

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta Textilní

Katedra textilních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Porovnání výsledků vybraných vlastností přízí měřených na
aparatuře Lawson Hemphill se standardními metodami**

**Comparison of results of the selected yarn properties
measured on the equipment Lawson-Hemphill with standard
methods**

Počet stran: 69

Počet obrázků: 36

Počet tabulek: 13

Vedoucí práce: Ing. Petra Jirásková

Konzultant: Ing. Eva Moučková, Ph.D.

Liberec 2012

Yuliya Kim

Zadání bakalářské práce:

Téma: Porovnání výsledků vybraných vlastností přízí měřených na aparatuře Lawson Hempfil se standardními metodami

Vedoucí: Ing. Petra Jirásková

Konzultant: Ing. Eva Moučková, Ph.D.,

Student: **Yuliya Kim**

Pokyny k vypracování:

1. Seznamte se s metodami a principy měření vlastností přízí. Vyberte takové vlastnosti přízí, které lze měřit jak na aparatuře Lawson Hempfil, tak na aparaturách jiných výrobců. Vysvětlete jednotlivé principy včetně interpretace výsledků měření.
2. Proveďte měření vybraných vlastností přízí (mechanicko-fyzikální, nestejnoměrnost, chlupatost, oděr) na souboru přízí na aparaturách Zweigle, Uster Tester a Lawson Hempfil.
3. Naměřené výsledky vyhodnoťte a statisticky zpracujte. Porovnejte mezi sebou vlastnosti měřené na různých aparaturách, zaměřte se interpretaci výsledků aparatury Lawson Hempfil vzhledem ke standardně prováděným měřením na příslušných aparaturách.
4. Formulujte závěry s ohledem na interpretaci hodnot sledovaných vlastností naměřených na aparatuře Lawson Hempfil.

Literatura:

- [1] Cihlářová, E.: Hmotová nestejnoměrnost délkových a plošných textilií, elektronická skripta TUL
- [2] Ursíny, P.: Předání I, II, skripta TUL, Liberec, 2004
- [3] Kovačič, V.: Zkoušení textilií, skripta TUL
- [4] Firemní materiály Zellweger Uster
- [5] Firemní materiály Zweigle
- [6] Firemní materiály Lawson Hempfil

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Datum

Podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Jiraskové a konzultantce Ing. Evě Moučkové, Ph.D. za cenné připomínky, odborné rady, podněty k zamyšlení a také za čas, který mi věnovaly během vypracování bakalářské práce.

Dále děkuji zaměstnancům laboratoře KTT za jejich pomoc a rady během provedení experimentů.

Anotace

Tato bakalářská práce popisuje metody a principy měření vlastností příze na aparatuře Lawson-Hemphill a na aparaturách jiných výrobců. Cílem bylo provést měření takových vlastností, které lze měřit jak na aparatuře Lawson-Hemphill tak i na aparaturách Uster Tester a Zweigle při standardních podmínkách měření, a porovnat výsledky experimentů. V teoretické části jsou uvedeny charakteristiky vybraných vlastností a také metody a principy měření na jednotlivých aparaturách.

Na aparatuře CTT Lawson-Hemphill, Uster Tester a Zweigle na pěti souborech vzorků přízí o různých jemnostech, vyrobených různými spřádacími technologiemi byly provedeny příslušná měření. Stanovovala se objemová nestejnomyšnost (kolísání průměru příze), vady příze a chlupatost. Výsledky jednotlivých měření byly statisticky zpracovány. Popisem, porovnáním a interpretací výsledků měření se zabývá praktická část této práce.

Klíčová slova: nestejnomyšnost, průměr příze, vady, chlupatost, CTT Lawson-Hemphill, Uster Tester, Zweigle.

Annotation

This Bachelor thesis "Comparison of results of the selected yarn properties measured on the equipment Lawson-Hemphill with standard methods" describes and compares the methods and principles of yarn measurements on the equipment Lawson-Hemphill and on equipments of other manufacturers. The theoretical part describes the characteristics of selected properties that can be measured both on the equipment Lawson-Hemphill and the equipments Uster and Zweigle and the methods and principles of these measurements.

On these equipments were measured yarns with different fineness and made by different spinning technologies. Variation of diameter, yarn faults and yarn hairiness were determined. Results of measurements were statistically analyzed. Description, comparison and interpretation of measurement results are described in the practical part of this work.

Key words: mass evenness, yarn diameter, yarn faults, hairiness, CTT Lawson-Hemphill, Uster Tester, Zweigle.

Obsah

Úvod.....	8
1. Teoretická část.....	10
1.1 Charakteristika vybraných vlastností příze.....	10
1.1.1 Hmotová nestejnomyšnost příze.....	10
1.1.2 Vady příze.....	15
1.1.3 Chlupatost příze.....	16
1.2 Aparatura Uster Tester 4 SX.....	17
1.2.1 Kapacitní princip měření na UT 4.....	18
1.2.2 Optický princip měření na UT 4.....	18
1.2.3 Stanovení vad příze na UT 4.....	19
1.2.4 Stanovení chlupatosti na UT 4.....	20
1.3 Zweigle Hairness Tester G567.....	21
1.4 Aparatura CTT Lawson-Hemphill.....	21
1.4.1 Princip měření průměru příze v YAS.....	24
1.4.2 Měření vad příze v YAS.....	25
1.4.3 Měření chlupatosti v YAS.....	26
1.5 Použité vztahy pro výpočet základních charakteristik.....	26
1.5.1 Regresní a korelační analýza.....	29
2. Experimentální část.....	32
2.1 Porovnání výsledků měření průměru příze.....	32
2.2 Porovnání výsledků měření vad příze.....	36
2.2.1 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +280%.....	37
2.2.2 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +200%.....	40
2.2.3 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +50%.....	43
2.2.4 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +35%.....	46
2.2.5 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -50%.....	49
2.2.6 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -40%.....	52
2.3 Porovnání výsledků měření chlupatosti příze.....	55
2.3.1 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_1 = 3$ mm.....	56
2.3.2 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_1 = 2$ mm.....	60
2.3.3 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_1 = 1$ mm.....	63
3. Závěr.....	67

Přehled zkratk, používaných symbolů a jejich jednotek

CV	kvadratická nestejnoměrnost [%]
CV_{ef}	efektivní (skutečně naměřená) nestejnoměrnost [%]
CV_f	výrobní kvadratická nestejnoměrnost [%]
CV_{lim}	limitní kvadratická nestejnoměrnost [%]
CV_m	strojová kvadratická nestejnoměrnost [%]
d	průměr příze [mm]
I	index nestejnoměrnosti [1]
IS	interval spolehlivosti
L	délka úseku [m]
l_i	délka [m; km; mm]
\bar{m}	střední hodnota hmotnosti [g]
$m(l)$	hmotnost délkového úseku [km]
N	počet měření
n	průměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu
$s^2(\sigma^2)$	rozptyl
$s(\sigma)$	směrodatná odchylka
T	jemnost v soustavě tex [tex]
t	jemnost vlákna [tex]
U	lineární nestejnoměrnost [%]
U_f	lineární výrobní nestejnoměrnost [%]
U_{lim}	limitní lineární nestejnoměrnost [%]
U_m	strojová lineární nestejnoměrnost [%]
v	variační koeficient [%]
v_p	variační koeficient průřezu vláken [%]
v_d	variační koeficient průměru vláken [%]
x_i	i -ta hodnota
\bar{x}	průměrná hodnota
μ	střední hodnota normálního rozdělení

Úvod

Řízení jakosti slouží nejenom k dosažení předem stanovených standardů kvality a její kontrole, ale také k porovnání výsledků s konkurenčními produkty. Aby bylo možné co nejpřesněji kontrolovat kvalitu výrobku, je nutno k tomu najít vhodné a spolehlivé metody a prostředky.

USTER® Think quality Uster Technologies je švýcarským výrobcem analytických přístrojů a monitorovacích systémů v textilním průmyslu. Specializuje se ve výrobě přístrojů pro kontrolu jakosti vláken a délkových textilií.

Již mnoho let Uster Technologies se zabývá sestavením kompletních přehledů světových standardů v textilní výrobě, získaných na základě statisticky reprezentativních zkoušek, a vydává je pod názvem USTER® STATISTICS, které jsou dnes dobře známé v textilním průmyslu. USTER® STATISTICS představuje velké množství výsledků zkoušení jakosti textilních vzorků, kontinuálně sbíraných po celém světě. Představují následující data:

- nestejnomyšnost příze, přástu a pramene,
- počet slabých míst, silných míst a nopků,
- počet vad v příze,
- jemnost příze,
- chlupatost příze,
- kolísání průměru příze,
- množství nečistot v příze,
- kruhovitosť příze.
- pevnost příze,
- tažnost příze,
- počet zákrutů příze,
- kvalitu vláken.



Zweigle je německý výrobce systémů testování příze. V roce 2009 zkrachoval, technologie, know-how a právo využívat název Zweigle byly vykoupeny Uster Technologies Ltd.



Lawson-Hemphill je také dodavatelem zařízení pro kontrolu jakosti a zkoušení textilií. CTT LH-401 - Constant Tension Transport je multifunkční přístroj, který umožňuje měřit souhrn geometrických a dynamicko-mechanických vlastností vláken (monofilů), svazků vláken (multifilů) a staplových přízí. Studium vlastností textilií při dynamickém namáhání je nezbytné k charakterizaci jejich zpracovatelnosti a uplatnění ve výrobcích. Na přístroji je možno měřit s využitím optického senzoru objemovou nestejnomyšnost (kolísání průměru příze), počet slabých míst, silných míst, nopků, průměr a chlupatost příze, profil tvarovaného hedvábí, pevnost, tažnost a sráživost v dynamickém režimu, třecí vlastnosti, oděr a podíl krátkých vláken při oděru.

1. Teoretická část

Příze – délková textilie ze spřadatelných vláken, zpevněná zakroucením tak, že při přetrhu příze dochází k přetrhu jednotlivých vláken [7].

Kontrola zpracovatelnosti a kvality přízí spočívá v měření hmotné nestejnoměrnosti, tj. variační koeficient kolísání hmotnosti průřezu příze, počtu vad na délku příze, měření pevnosti a tažnosti (tahové křivky) příze, měření průměru, chlupatosti a jejich variability, oděru a sráživosti.

1.1 Charakteristika vybraných vlastností příze

1.1.1 Hmotová nestejnoměrnost příze [1]

Hmotová nestejnoměrnost je kolísání hmoty vláken v průřezu nebo určitých délkových úsecích délkového vlákenného útvaru. Je důležitá a do určité míry ovlivňuje i variabilitu dalších vlastností příze – zákrut, pevnost. Rovněž se negativně projevuje i v plošných textiliích – mrakovitost, pruhovitost, moiré efekt. Proto je třeba tuto vlastnost délkových textilií sledovat již od počátku zpracovatelského procesu výroby příze. Je třeba ji nejen kontrolovat, ale i správně vyhodnocovat, aby na základě tohoto vyhodnocení mohly být provedeny zásahy do technologie, tak aby hmotová nestejnoměrnost byla snížena na co nejmenší možnou míru.

Vyjádření hmotové nestejnoměrnosti

Hmotová nestejnoměrnost může být vyjádřena:

a) parametry:

- lineární hmotová nestejnoměrnost U [%],
- kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV [%],
- limitní hmotová nestejnoměrnost CV_{lim}, U_{lim} [%],
- index nestejnoměrnosti I [-],
- výrobní nestejnoměrnost CV_f, U_f [%],
- strojová nestejnoměrnost CV_m, U_m [%],
- míra odchylky $DR(x, y)$ [%],

b) charakteristickými funkcemi:

- spektrogram,
- délková variační křivka.

Parametry hmotové nestejnoměrnosti [1]

Lineární hmotová nestejnoměrnost U [%]

Lineární hmotová nestejnoměrnost vyjadřuje střední lineární odchylku od střední hodnoty hmotnosti délkového úseku vlákenného útvaru.

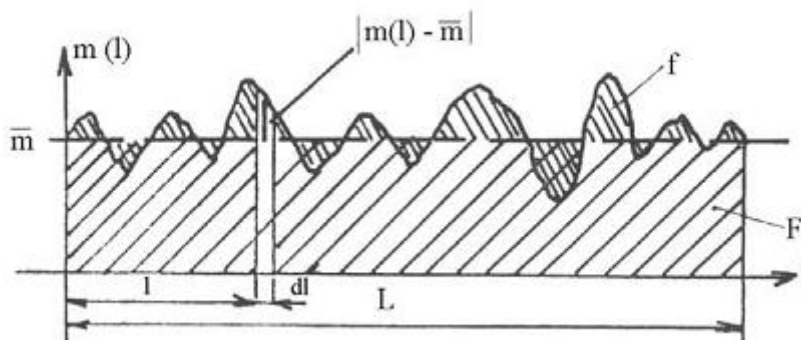
$$U = \frac{100}{\bar{m} \cdot L} \int |m(l) - \bar{m}| dl \quad (1)$$

kde: Ulineární hmotová nestejnoměrnost [%],

$m(l)$hmotnost délkového úseku,

\bar{m}střední hodnota hmotnosti,

Ldélka úseku.



Obr. 1 Grafické znázornění střední lineární nestejnoměrnosti U [1]

Kvadratická hmotová nestejnoměrnost CV [%]

Kvadratická hmotová nestejnoměrnost je variační koeficient hmotnosti délkových úseků vlákenného útvaru. Je definována:

$$CV = \frac{100}{\bar{m}} \sqrt{\frac{1}{L} \int_0^L (m(l) - \bar{m})^2 dl} \quad (2)$$

kde: CVkvadratická hmotová nestejnoměrnost [%],

$m(l)$hmotnost délkového úseku,

\bar{m}střední hodnota hmotnosti,

Ldélka úseku.

Automatické určení hodnot CV a U přádelnického produktu provádí např. přístroj Uster Tester.

Mezi lineární nestejnoměrností U a kvadratickou CV existuje přepočtový vztah (v případě, že odchylky hmotnosti mají normální rozdělení):

$$\frac{CV}{U} = 1,25 \quad (3)$$

Limitní hmotová nestejnoměrnost CV_{lim} , U_{lim}

Vyrobít absolutně stejnoměrnou přízi není možné, neboť vlákna jsou v přízi náhodně rozložena (rozložení vláken se popisuje Poissonovým rozdělením náhodné veličiny) a mají svoji vlastní nestejnoměrnost (variabilita průřezu vláken). Minimální možná nestejnoměrnost se nazývá limitní nestejnoměrnost.

Martindaleův vztah pro výpočet limitní kvadratické nestejnoměrnosti (variabilita průřezu vláken je zanedbaná):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}}, \text{ přičemž } n = \frac{T}{t} \quad (4)$$

kde: CV_{lim} limitní kvadratická nestejnoměrnost [%],

nprůměrný počet vláken v průřezu přádelnického produktu,

Tjemnost délkového přádelnického produktu [tex],

tjemnost vláken [tex].

U všech vláken však není možné variabilitu průřezu vláken zanedbat (vlna, chemická vlákna s členitým průřezem), potom k vyjádření limitní nestejnoměrnosti délkového vlákenného útvaru lze použít tzv. zobecněný Martindaleův vztah, který zahrnuje vlastní variabilitu vláken (vyjádřenou variačním koeficientem průřezu či průměru vláken):

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} \quad (5)$$

$$CV_{lim} = \frac{100}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + 0.0004 \cdot v_d^2} [\%] \quad (6)$$

kde: v_p variační koeficient průřezu vláken [%],

v_dvariační koeficient průměru vláken [%].

Vztahy pro výpočet limitní lineární hmotové nestejnoměrnosti jsou analogické:

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \quad (7)$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + \left(\frac{v_p}{100}\right)^2} \quad (8)$$

$$U_{lim} = \frac{80}{\sqrt{n}} \sqrt{1 + 0.0004 \cdot v_d} [\%] \quad (9)$$

kde: U_{lim}limitní lineární nestejnoměrnost [%].

Index nestejnoměrnosti I

Reálně naměřená nestejnoměrnost je vždycky větší než limitní, která představuje ideální případ. Index nestejnoměrnosti je poměr mezi skutečně naměřenou a ideální (limitní) nestejnoměrností.

$$I = \frac{CV_{eff}}{CV_{lim}} > 1 \quad \text{resp.} \quad I = \frac{U_{eff}}{U_{lim}} > 1 \quad (10)$$

kde: Iindex nestejnoměrnosti,

CV_{ef}skutečně naměřená kvadratická nestejnoměrnost [%],

U_{ef}skutečně naměřená limitní lineární nestejnoměrnost [%],

CV_{lim}limitní kvadratická nestejnoměrnost [%],

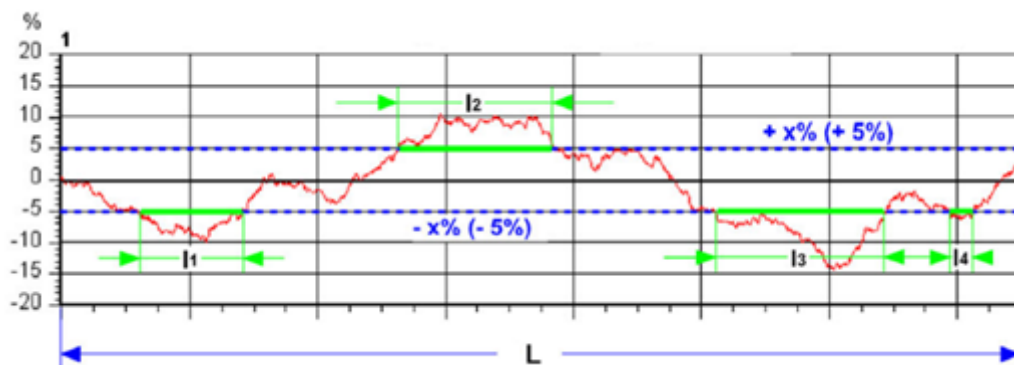
U_{lim}limitní lineární nestejnoměrnost [%].

Index nestejnoměrnosti je měřítkem pro dokonalost přádního procesu a jakost přádelnického produktu (pramen, přást, příze). Ukazuje, nakolik se reálný produkt přibližuje ideálnímu (když $I=1$).

Index nestejnoměrnosti je závislý na počtu vláken v průřezu vlákenného útvaru, tzn., že u hrubých produktů nabývá relativně velkých hodnot (př. pramen $I=5-8$) na rozdíl od jemných produktů (př. příze $I=1,2-1,7$).

Deviation rate (míra odchylek) DR [5]

Míra odchylek představuje součet délek, při kterých hmotnost délkového úseku překročila nastavené hranice ku celkové proměřené délce.



Obr. 2 Diagram míry odchylek DR [5]

$$DR_{(x,y)} = \frac{\sum l_i}{L} 100 [\%] \quad (11)$$

kde: $DR_{(x,y)}$míra odchylek,

Lcelková délka měřeného vlákenného produktu (příze) [m],

l_idélka i -tého úseku vlákenného produktu (příze), u kterého je překročena nastavená meze odchylek x [%].

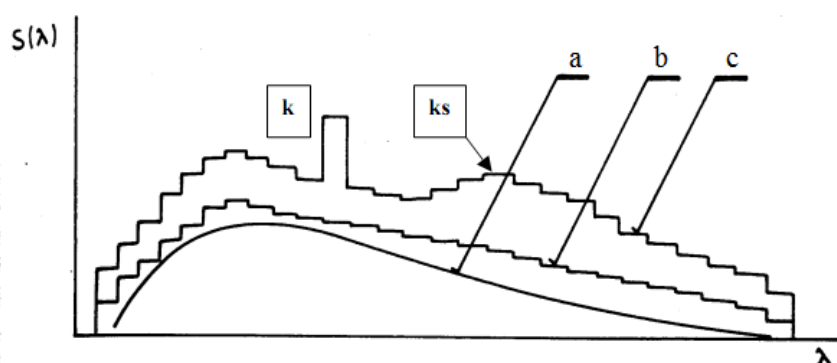
Standardně se DR hodnotí na střížné délce 1,5 m a kontrolní hranici $\pm 5\%$.

Charakteristické funkce hmotné nestejnomy [1]

Spektrogram

Spektrogram je amplitudový záznam harmonických složek kolísání hmoty délkového vlákenného produktu v závislosti na vlnové délce. Existují 3 druhy spekter (obr. 3):

- ideální – spektrum ideálního produktu,
- normální – spektrum bezvadného produktu,
- reálné - průběh spektra měřeného vlákenného produktu.



Obr. 3 Spektrogram skutečný, normální a ideální [8]

Analýzou spektrogramu lze odhalit periodickou nestejnomyšnost délkového vláknenného produktu způsobenou nesprávnou činností rotujících orgánů přádelnických strojů. Nestejnomyšnost se ve spektrogramu projevuje formou kupovitých spekter, (k_s , obr.3) způsobených průtahovými vlnami a charakteristických spekter („komínů“) způsobených mechanickou závadou stroje (k , obr.3).

Vyhodnocují se ta charakteristická spektra, jejichž výška amplitudy je o 50% a více% větší než výška sousedních amplitud – v případě, že se spektrum objevilo na vlnové délce $\lambda < 2m$. V případě, že se charakteristické spektrum objevilo na vlnové délce $\lambda > 2m$, vyhodnocujeme ho v případě, že jeho amplituda má dvojnásobnou výšku, než amplitudy sousední.

Délková variační křivka (DVK)

Délková variační křivka znázorňuje závislost vnější hmotné nestejnomyšnosti na délce úseku vláknenného produktu. Vnější hmotná nestejnomyšnost vyjadřuje variabilitu hmotnosti mezi úseky délky L .

Pomocí DVK lze identifikovat neperiodickou nestejnomyšnost. Křivka zachycuje vliv celé technologie na výslednou nestejnomyšnost příze.

1.1.2 Vady příze [1]

Kvalitu příze kromě úrovně parametrů hmotové nestejnomyšnosti - $CV(U, I, \dots)$ určuje i tzv. počet vad v přízi. Pod pojmem „vada“ se rozumí *slabé* nebo *silné místo* (tj. místo, kde dojde k zeslabení nebo zesílení příčného průřezu vláknenného útvaru o určitou míru –max. však 100% přírůstek nebo 60% úbytek) a *nopky* (zvýšení průřezu příze o víc jak 140% na délce 1mm příze).

Četnost a velikost vad v přízi je důležitým parametrem při přesoukávání příze, proto rozlišujeme vady:

- relativně často se vyskytující, ale ne tak velké,
- málo četné, ale hrubé – rušivé.

1.1.3 Chlupatost příze

Chlupatost (hladkost) příze spočívá v tom, že na jejím povrchu vystupují konce vláken. Dlouhá, po celé délce stejnoměrná, napřímená a rovnoběžně uložená vlákna tvoří na přízi menší počet vystupujících vláken. Hladkost příze je dána jak délkou vláken, tak použitou technologií předení. Pro některé použití je vhodnější příze hladší, u některých výrobků naopak příze chlupatější. Chlupatější příze jsou vhodné pro výrobu plošných textilií s vlasovým povrchem [7].

Není jednotná definice chlupatosti, různí autoři ji definují různě.

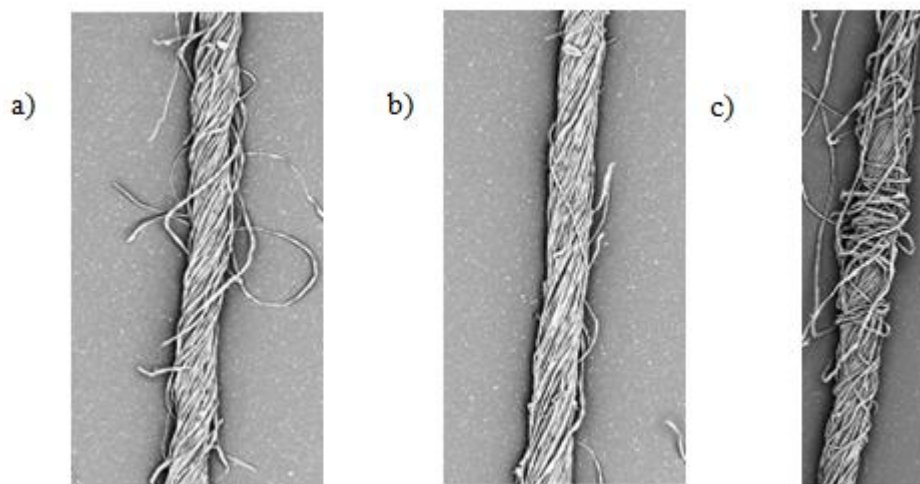
Dle ČSN [2] je chlupatost definována jako velké množství vláken vyčnívajících z příze.

Dle Zweigle [6] je chlupatost množství vláken vyčnívajících z příze, vztažené na jednotku proměřené délky.

Uster Technologies vyjadřuje chlupatost hodnotou H (index chlupatosti), což je souhrnná délka všech odstávajících vláken v cm , které jsou vztažené na délku 1 cm , měřené na vzdálenosti 1 cm od povrchu příze.

Dle CTT Lawson-Hemphill se hodnota chlupatosti udává jako počet vláken vyčnívajících z těla příze ve vzdálenosti 0,5-3 mm od těla příze.

Na obr.4 je zobrazen vliv technologie výroby příze na její povrchovou strukturu. Příze jsou vyrobeny ze stejného materiálu a se stejnou jemností a zákrutem, liší se pouze technologií výroby. Je vidět charakteristické šroubovitě zakroucení vláken v přízi. Na obr. 4a) je příze dopřádaná tradičním způsobem – prstencová, dále kompaktní (4b), u které bylo dosaženo zhuštěním pramínku před zakroucením vyššího urovnání a stěsnání vláken. Na obr. 4c) je sevřenější struktura rotorové příze s charakteristickým ovinkem (příčně ovinutá vlákna) [10].



Obr. 4 Prstencová (a), kompaktní (b) a rotorová (c) příze,
makroskopický pohled [10]

1.2 Aparatura Uster Tester 4 SX [5]

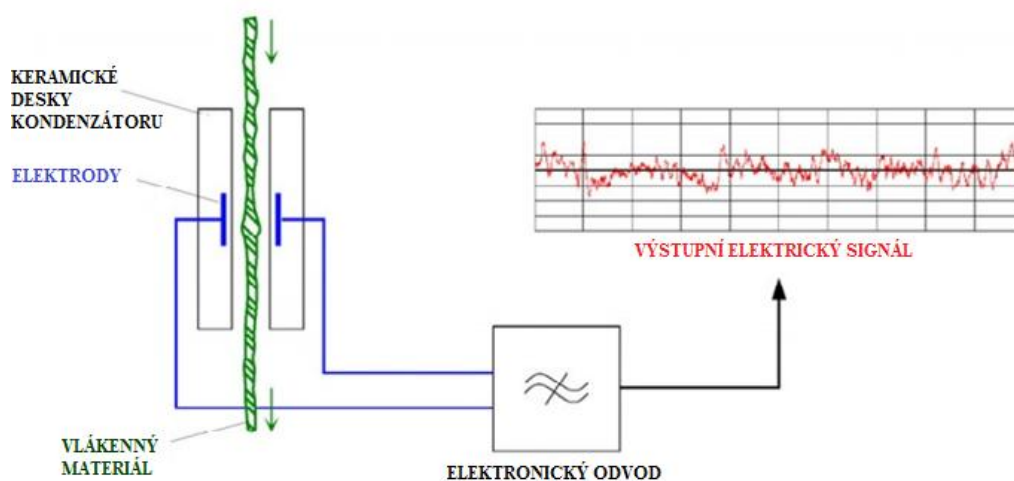
Uster Tester 4 SX je přístroj pro měření hmotné stejnoměrnosti pramenů, přástů a příze ze staplových vláken a počtu vad. V případě, že je přístroj vybaven přídatnými senzory, lze měřit také chlupatost a průměr příze. Použití: určení některých parametrů (kvadratická, lineární nestejnoměrnost) a funkcí (např. délková variační křivka, spektrogram) hmotné nestejnoměrnosti, počtu vad (silná, slabá místa, nopky), určení chlupatosti H , průměru příze a její kolísání. Speciální modul SX umožňuje vygenerovat vzhled proměřené příze navinuté na desce či vzhled tkanin a pleteniny.



Obr. 5 Uster Tester 4 [5]

1.2.1 Kapacitní princip měření na UT 4

Měření hmotové nestejnoměrnosti spočívá v průchodu délkového vlákenného materiálu mezi deskami kondenzátoru. V prostoru mezi dvěma deskami kondenzátoru vzniká vysokofrekvenční elektrické pole. Se změnou hmoty mezi deskami kondenzátoru, mění se i elektrický signál a tím dochází ke změně výstupního signálu (obr.6). Výsledkem je elektrický signál úměrný změně hmotnosti zkoušeného materiálu. Tento elektrický signál se dále převádí na digitální, ukládá se a zpracovává se přímo počítačem Uster Tester.

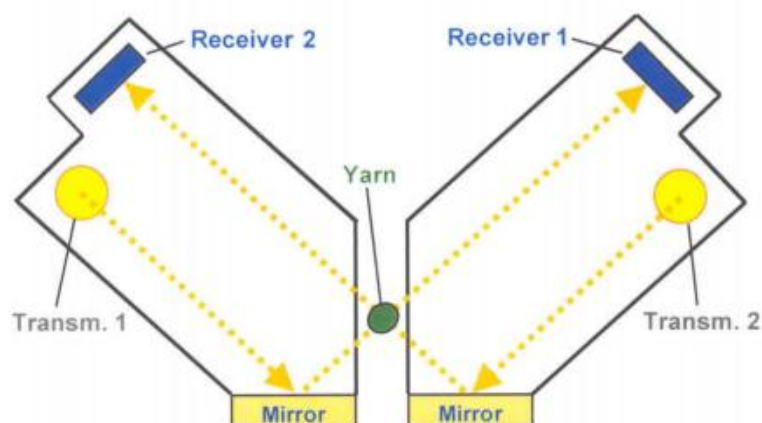


Obr. 6 Kapacitní měřicí systém: změna hmotnosti příze, přástu nebo pramene se přeměňuje na elektrický signál [5]

1.2.2 Optický princip měření na UT 4

Dvoudimenzní optické měření průměru na UT 4 umožňuje měřit odchylky v struktuře příze pomocí OM senzoru. Například, skupina vláken může mít stejnou hmotnost, ale různé průměry.

Optický senzor měří průměr ze dvou stran pomocí dvou křížově umístěných optických vysílačů, zrcadel a přijímačů na každé straně (obr.7). Infračervený vysílač OM senzoru poskytuje světelný paprsek. Snímek příze se vytváří na každém přijímači. Tyto signály určují průměr příze na každém snímku (každé 0,3mm).



Obr. 7 Průchod příze mezi vysílači/přijímači [5]

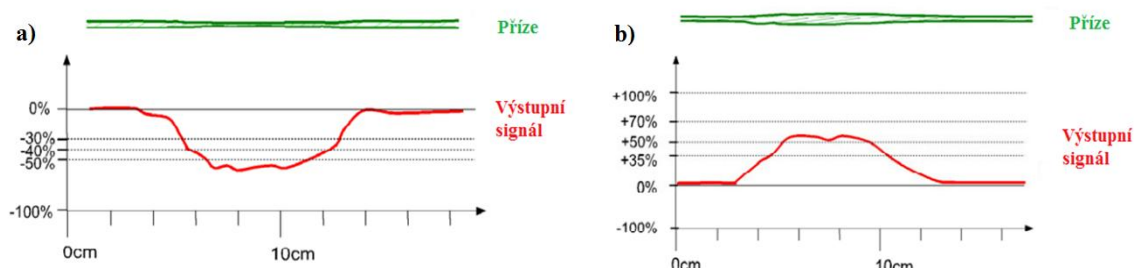
OM senzor umožňuje stanovení průměru přízí všech typů a poskytuje hodnoty, nezávislé na rychlosti průchodu materiálu.

1.2.3 Stanovení vad příze na UT 4

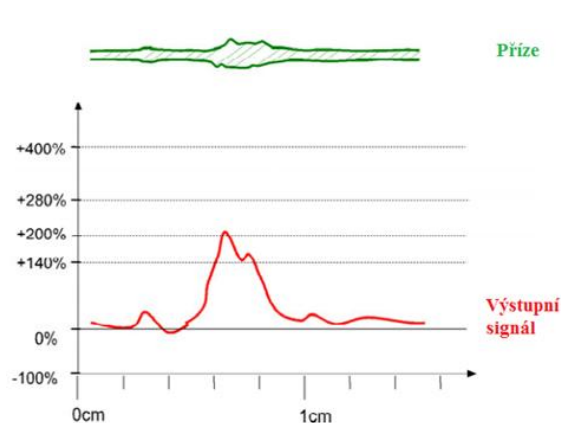
UT 4 měří vady kapacitně – identifikuje se pokles či přírůstek hmoty vláken v příčném průřezu.

Slabé místo je zaznamenáno vždy, když je překročena určitá stanovená mez poklesu hmoty vláken v průřezu. Pro *slabá* místa UT 4 stanovuje meze -30%/-40%/-50%/-60%. Pro délku slabého místa se meze nestanovují.

Silné místo je zaznamenáno vždy, když je překročena určitá stanovená mez přírůstku hmoty vláken v průřezu. Pro *silná* místa UT 4 stanovuje meze +35%/+50%/+70%/+100%. Délka silného místa souvisí se střední délkou vláken příze.



Obr. 8 a) Zaznamenání slabého místa, b) zaznamenání silného místa [5]

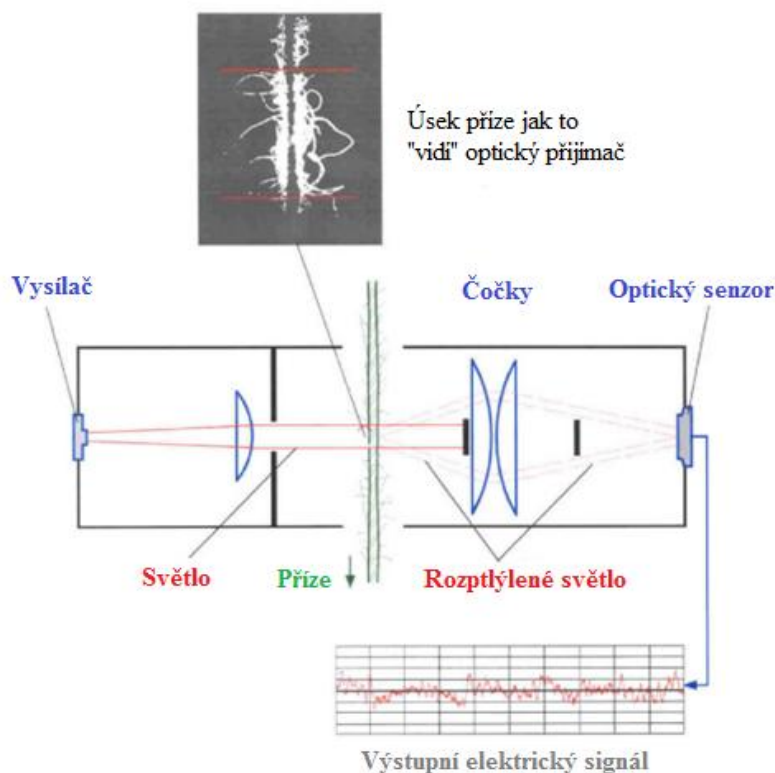


Nopek je velmi krátké silné místo. *Nopek* je zaznamenán vždy když je překročena určitá mez přírůstku hmoty vláken v průřezu. Pro nopky UT 4 stanovuje meze +140%/+200%/+280%/+400%. Délka nopku se měří v *mm*, max délka je 4 mm.

Obr. 9 Zaznamenání nopku [5]

1.2.4 Stanovení chlupatosti na UT 4 [3]

Měření chlupatosti spočívá v prosvěcování příze homogenním infračerveným zářením. Zdroj světla produkuje záření, proud je rozptýlen odstávajícími chlupy na přízi a následně zachycen senzory. Přímé paprsky jsou pohlcené před dosahem senzoru. Výsledný index chlupatosti označený jako H je souhrnná délka všech chlupů v *cm*, které jsou vztažené na délku 1 cm. Tyto chlupy jsou měřené 1 cm od povrchu příze.



Obr. 10 Princip měření chlupatosti na UT 4 [5]

1.3 Zweigle Hairness Tester G567 [6]

Zweigle G567 Zelweger Uster AG (obr.11) je přístroj pro měření chlupatosti, která je definovaná jako počet vláken vyčnívajících z těla příze ve vzdálenosti 1-15 mm od těla příze, udává se na proměřenou délku.



Obr. 11 Zweigle Hairness Tester G567

Kontinuální počítání počtu vyčnívajících vláken probíhá v devíti intervalech (délkových zónách): 1,2,3,4,6,8,10,12,15 mm. Měření probíhá za dané rychlosti (50/100/200/400 m/min) a napětí, které je konstantní po celou dobu zkoušky. Po ukončení testu systém vypočítá index S_3 , který představuje celkový počet odstávajících vláken v délkových zónách ≥ 3 mm.

Základem metody měření chlupatosti na Zweigle Hairness Tester G567 je fotometrie. Vyčnívající vlákna přerušují světelný paprsek a vyvolávají změnu v jeho jas. Tato změna je zaznamenána fototranzistorem a přiřazena k určitému počtu intervalů. Příze je snímána devíti fototranzistorem současně v různých délkových zónách. Optická projekce délky vláken na jedné straně příze se měří od povrchu těla příze.

1.4 Aparatura CTT Lawson-Hemphill

Lawson-Hemphill Constant Tension Transport, CTT (obr.12) umožňuje více než 10 různých zkoušek pomocí různých testovacích modulů. Měření probíhá za dané rychlosti (20-360 m/min) a napětí, které je konstantní po celou dobu zkoušky, výsledkem jsou kromě geometrických charakteristik a jejich variability (profil, průměr,

CV, slabá místa, silná místa, nopky, atd.) také dynamické veličiny jako je dynamická pevnost, prodloužení, apod. Tyto dynamické veličiny mohou lépe vypovídat o chování nití při dalším zpracování a užití [9].

Konstrukce přístroje nabízí možnost testovat příze z přírodních a syntetických vláken, jakož i technických přízí, včetně uhlíkových, skleněných nebo hybridních přízí, které nemohou být testovány kapacitními systémy [4].



Obr. 12 CTT Lawson-Hemphill [12]

CTT se skládá z několika modulů (tab.1). Jednotlivé moduly mohou být přidány dle potřeby a rozšiřují přístroj na plnou laboratoř. Přístroj také zahrnuje optický modul s kamerou – CTT Camera Application. [4]

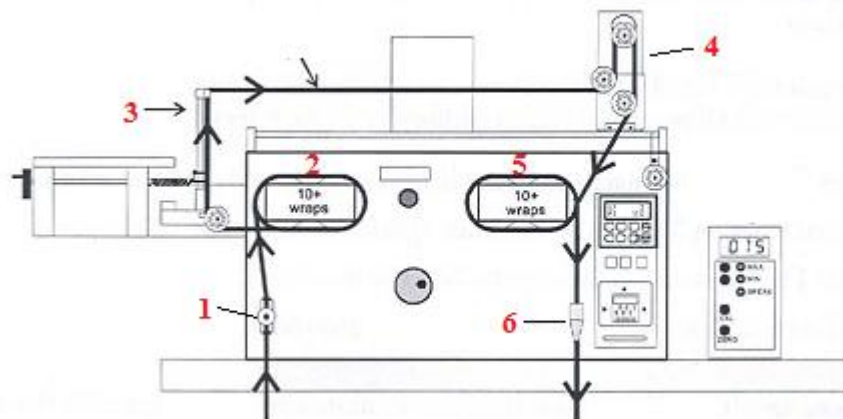
Tab. 1 Testovací moduly CTT [4, 9]

	Popis přístroje	Měřené parametry	Vlastnosti	Jednotka
1	CIT (Constant Tension Transport). Jednotka pro testování příze za dynamických podmínek.	Slabá místa	Dynamická pevnost	gramy
2	DFT (Friction Tester). Zařízení pro měření tření mezi vlákny, svazky vláken a přízemi a tření o kovové nebo keramické kotouče a stanovení koeficientu tření.	koeficient tření	pevnost, zpracovatelnost	\bar{x} směrodatná odchylka $v\%$
3	DSET (Dynamic Shrinkage/Elongation Tests). Zařízení pro měření tepelné sráživosti textilií. (Procento tažnosti, procento smrštění jsou	dynamická pevnost, tažnost	zpracovatelnost, životnost	Tažnost %, směrodatná odchylka $v\%$
		sráživost	zpracovatelnost, údržba	Smrštění % směrodatná odchylka

	měřeny za dynamických podmínek.)			v%
4	ACE (Accu-Count Entanglement Test). Testování průměru, zapletených míst a jejich variability v přízi. Systém je vybaven kamerou, která je schopná měřit každých 0.5 mm příze s přesností 3,25 mikronu.	stupeň propletení, zobrazení profilu	pevnost, zpracovatelnost (pouze pro tvarované hedvábí), vzhled	Zauzlení/metr Směrodatná odchylka v%
				Skoky
5	YAS (Yarn Analysis Software). Optický analyzátor určený pro stanovení vad a průměru pro simulaci defektů v přízi.	optická nestejnomyšnost, průměr, vady, chlupatost	konstrukce a vzhled plošné textilie	Průměr příze Směrodatná odchylka a v% Vzhled příze Rozložení defektů v přízi
6	YAT (Yarn Abrasion Tester). Pro srovnávací testování oděrových vlastností příze.	Oděr	zpracovatelnost, životnost	metry
7	LGT (Lint Collection Test). Zařízení pro měření podílu krátkých a odstávajících vláken, které se odstraní při tření příze o elementy tkacích a pletacích strojů	stupeň krátkých vláken	zpracovatelnost, údržba, životnost (pouze pro staplové příze)	mg/km

Princip měření na CTT [4]

Brzdíčka 1 způsobuje mírné napětí příze pro rovnoměrně navedení na vstupní válečky 2. Napínací ramena 3 slouží k vytvoření konstantního vstupního napětí příze (2-700 g). Tenzometr 4 měří výstupní napětí působící na příze (do 1000 g). Dále je příze vedena na výstupní válečky 5. Vzduchový odsávač 6 odsává příze do odpadkového koše. Regulátor otáček udržuje konstantní zkušební rychlost.



Obr. 13 Princip měření na CTT Lawson-Hemphill [4]

Yarn Analysis Software (YAS)

Tento systém opticky stanovuje průměr příze, chlupatost a analyzuje vady: silná a slabá místa, počet nopků, a vytváří simulaci vzhledu příze.

Hlavní funkce softwaru YAS:

1. Optické měření průměru příze s přesností 0,00325 mm s použitím CCD kamery.
2. Měření průměru příze v intervalech min než 0,25 mm.
3. Schopnost definovat chyby v přízi tak, jak je vidí lidské oko.
4. Schopnost analyzovat a třídit šest typů vad příze včetně nopků.
5. Počítání směrodatné odchylky a variačního koeficientu na konci každého testu.
6. Schopnost zobrazovat zkoušenou příze na obdélníkových a kónických kontrolních deskách.
7. Vyčištění simulované příze.
8. Možnost exportovat data do softwaru pro simulace tkaniny.
9. Schopnost exportovat data do Excelu pro další analýzu.

1.4.1 Princip měření průměru příze v YAS

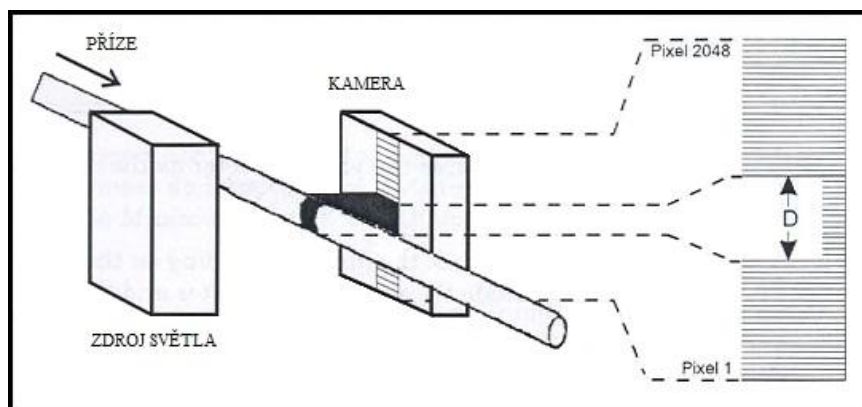
Průměr příze se měří opticky při průchodu příze mezi kamerou a zdrojem světla. Kamera má rozlišení 2048 pixelů.

Světlo se promítá na jedné straně příze a je buď blokováno přízí, nebo přijato pixelem CCD senzoru kamery. Pixely neblokované přízí jsou tzv. světlé pixely, pixely

blokované jsou tzv. tmavé pixely. Systém vypočítá průměr příze jako vzdálenost mezi prvním tmavým pixelem a posledním tmavým pixelem.

Maximální průměr příze, který lze měřit tímto systémem, je 6 mm.

YAS zaznamenává průměr příze v milimetrech, 1mm = 308 pixelů.



Obr. 14 Průchod příze mezi kamerou a zdrojem světla [4]

Kamera vytváří snímky příze během zkoušky. Rychlost snímání je konstantní, proto počet snímků na 1 cm příze závisí na rychlosti zkoušky (viz. tab. 2).

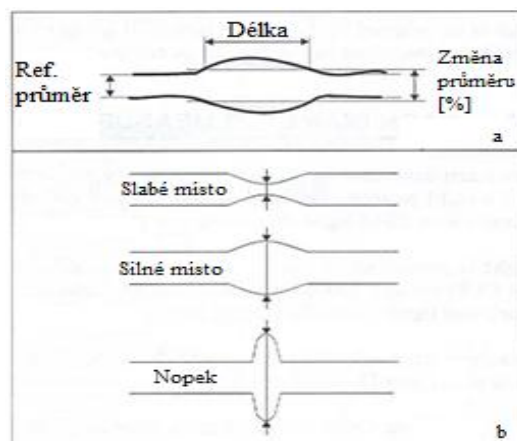
Tab. 2 Závislost počtu snímků přízi na rychlosti testu [4]

Rychlost testu	Počet snímků	Délka úseků
50 m/min	40 snímků/cm	0,25 mm
100 m/min	20 snímků/cm	0,50 mm

1.4.2 Měření vad příze v YAS

Vady příze jsou viditelné okem, protože se výrazně liší od průměru (viz. kap.1.1.2). Každá vada má také určitou délku (obr.15).

Na obr.15b je znázorněno zaznamenání vady příze.

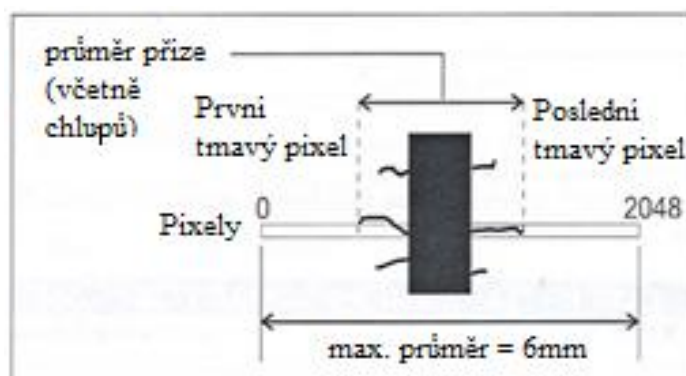


Obr. 15 Typy vad v příze [4]

Systém YAS počítá vady v přízi a rozděluje je do předem definovaných skupin dle délky a průměru vady.

1.4.3 Měření chlupatosti v YAS

Kamera měří průměr jako vzdálenost mezi prvním a posledním tmavým pixelem (viz. kap.1.4.1). Vyčnívající z příze vlákna také blokují pixely v závislosti na jejich pozici a délce. Při měření chlupatosti jakékoliv příze, software automaticky přidává délku vyčnívajícího vlákna k průměru příze (obr.16). Hodnota chlupatosti se udává jako počet vláken vyčnívajících z těla příze ve vzdálenosti 0,5-3 mm od těla příze.



Obr. 16 Princip měření chlupatosti v YAS [4]

1.5 Použité vztahy pro výpočet základních charakteristik [8]

Při každém měření je výsledkem řada hodnot. Naměřenou hodnotu je pak možno zapsat jako

$$x_i = \mu \pm \varepsilon_i \quad (12)$$

kde: x_inaměřená hodnota v i -tém měření ($i=1, 2, 3, \dots, n$),

μ„správná“ hodnota (hodnota předepsaná, smluvená nebo známá),

ε_ichyba v i -tém měření (hodnoty jsou zatíženy chybami, které nelze předem odhadnout – chyby náhodné).

Střední hodnota μ se odhaduje pomocí charakteristik vypočtených z naměřených hodnot na náhodném výběru, a to tzv. charakteristik polohy:

\bar{x} – průměru,

\hat{x} – modu,

\tilde{x} – mediánu.

Charakteristikou rozptylu odhaduje se rozptyl:

s^2 – rozptyl,

S - směrodatná odchylka.

Výběrový průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (13)$$

kde: npočet měření,

x_inaměřená hodnota.

Rozptyl a směrodatná odchylka

Rozptyl je mírou variability náhodné veličiny, charakterizuje rozptýlení náhodné veličiny kolem její střední hodnoty:

$$s^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (14)$$

Často je variabilita náhodné veličiny určována pomocí tzv. směrodatné odchylky:

$$s = \sqrt{s^2} \quad (15)$$

Variační koeficient

Variační koeficient je charakteristikou variability rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny.

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (16)$$

Intervalové odhady [8]

Intervalový odhad se používá při stanovení *přesnosti odhadu*. Odhadovaný parametr (např. střední hodnota normálního rozdělení μ) v tomto případě bude

odhadován dvěma číselnými hodnotami, které tvoří meze tzv. *intervalu spolehlivosti* (konfidenčního intervalu).

95% Interval spolehlivosti střední hodnoty μ [1]

$$\bar{x} - t_{1-\alpha/2}(N-1) \frac{s}{\sqrt{N}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{1-\alpha/2}(N-1) \frac{s}{\sqrt{N}} \quad (17)$$

kde: $t_{1-\alpha/2}(N-1)$100(1 - $\alpha/2$)% kvantil Studentova t-rozdělení s (N-1) stupni volnosti.

Veličina $t_{1-\alpha/2}(N-1) \frac{s}{\sqrt{N}}$ se též nazývá absolutní přesnost odhadu střední hodnoty.

Výše uvedený interval spolehlivosti lze aplikovat při zpracování dat *CV*, *U* (spojité náhodné veličiny s normálním rozdělením).

Normalita a homogenita dat [11]

Normalita je hlavním předpokladem o datech ve většině analýz a testů. Jde o předpoklad, že data pocházejí z normálního rozdělení. V praxi se používají dva hlavní nástroje, které se navzájem doplňují. První je založen na grafickém znázornění dat a jejich vizuálním posouzení pomocí tzv. diagnostických grafů. Druhý nástroj je založen na různých statistických testech hypotéz, že data pocházejí z normálního rozdělení.

Homogenní výběr znamená, že všechny jeho prvky x_i , $i = 1, \dots, n$ pocházejí ze stejného rozdělení s konstantním rozptylem σ^2 .

Interval spolehlivosti středního počtu vad [1]

V případě výskytu většího množství vad (>30) se předpokládá, že vady mají normální rozdělení a lze použít interval spolehlivosti střední hodnoty μ dle Studentova rozdělení. V případě že počet vad na 1 km příze je menší než 30, nelze použít *IS* střední hodnoty μ dle Studentova rozdělení, neboť rozdělení daného počtu vad je nesymetrické, odpovídá Poissonovu rozdělení náhodných veličin. Při předpokladu, že rozdělení počtu vad odpovídá Poissonovu rozdělení náhodné veličiny, pomocí bodového odhadu dolní a horní meze střední hodnoty je možné stanovit *IS* střední hodnoty.

Interval spolehlivosti pro malý počet vad [1]

$$\frac{1}{2N} \chi_{\alpha/2}^2(v_3) \leq \mu \leq \frac{1}{2N} \chi_{1-\alpha/2}^2(v_4) \quad (18)$$

$$v_3 = 2 \cdot N \cdot \bar{x}_0$$

$$v_4 = 2 \cdot (N \cdot \bar{x}_0 + 1)$$

$$\bar{x}_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{0i} \quad (19)$$

kde: $\chi_{\alpha/2}^2(v_3)$, $\chi_{1-\alpha/2}^2(v_4)$příslušné kvantily χ^2 rozdělení o v stupních volnosti,

v_3, v_4počet stupňů volnosti,

Npočet měření,

\bar{x}_0průměrný počet vad v přízi [1/km],

x_{0i}počet vad v přízi [1/km].

1.5.1 Regresní a korelační analýza [12]

TYPY ZÁVISLOSTI NÁHODNÝCH VELIČIN:

- Závislost funkční (pevná), dané hodnotě x odpovídá jen určitá hodnota y

$$y=f(x)$$

- Závislost statistická (stochastická, volná) – systematický pohyb jedné veličiny při růstu či poklesu druhé veličiny – zjišťuje se prostřednictvím korelační a regresní analýzy.

- Nezávislost mezi veličinami, střední hodnota y se nemění v závislosti na x (přísně funkční závislost neexistuje).

Regresní analýza [14]

Regresní analýza se používá při zkoumání závislostí dvou a více číselných proměnných. Je to souhrn statistických metod a postupů sloužících k odhadu hodnot nebo středních hodnot nějaké proměnné odpovídající daným hodnotám jedné či většího počtu vysvětlujících proměnných. Snahou regresní analýzy je nalézt matematickou

funkci takovou, aby co nejlépe vyjadřovala charakter závislosti a co nejvěrněji zobrazovala průběh změn podmíněných průměrů závisle proměnné. Tato svojí podstatou hypotetická funkce se nazývá *regresní funkce*. Podkladem pro regresní analýzu jsou vždy nějaká data získaná pozorování (zjišťování). O těchto údajích předpokládáme, že byly získány náhodným výběrem.

Při zkoumání vztahu mezi dvěma veličinami, kde jedna z nich, tzv. nezávislá proměnná x , má ovlivňovat druhou, tzv. závislou proměnnou y (předpokládá se, že obě veličiny jsou spojité) prvním krokem ve zkoumání je zakreslení dat do bodového grafu, tzv. *korelačního pole* a ověření toho, zda mezi veličinami skutečně existuje předpokládaná závislost, tzv. *regrese*.

Jednoduchá lineární regrese je lineární vztah mezi vstupní proměnnou (x) a výstupní proměnnou (y). Tento vztah může být zapsán regresní rovnicí:

$$y(x) = f(x) = ax \pm b \quad (20)$$

Průběh regresní přímky je určen *metodou nejmenších čtverců*: přímka přimyká bodům korelačního pole tak, že součet čtverců vzdálenosti bodů od přímky musí být minimální, tj. stanovit koeficienty a , b tak, aby přímka $y = ax \pm b$ ležela co nejbližší bodům z měření.

Korelační analýza [7]

Korelační analýza slouží pro zjištění míry, jak moc jsou na sobě dvě statistické proměnné závislé. Pro určení míry lineární závislosti mezi dvěma spojitými náhodnými veličinami se používá tzv. (*Pearsonův*) *korelační koeficient*, který nabývá hodnoty od -1 do +1. Hodnota +1 znamená, že oba znaky jsou ideálním pozitivním lineárním vztahu. Vytvoří-li se bodový diagram takového souboru, budou všechny body ležet na přímce s kladnou směrnici. Naopak hodnota -1 vyjadřuje ideální negativní lineární vztah. Všechny body v tomto případě leží na přímce, která má zápornou směrnici.

Pearsonův korelační koeficient se počítá podle vzorce [12]:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (21)$$

Test významnosti korelačního koeficientu [13]

Když v analýze se pracuje s malým počtem pozorování (testování), je nutno provádět odhad spolehlivosti korelačního koeficientu. To lze učinit dvojím způsobem:

bud' pomoci konstrukce intervalu spolehlivosti pro korelační koeficient, nebo pomoci testu významnosti korelačního koeficientu.

Test významnosti korelačního koeficientu je založen na testování hypotézy o nulové hodnotě korelačního koeficientu základního souboru, tedy

$$H_0: \rho_{yx} = 0.$$

Hypotéza předpokládá, že korelace neexistuje, tzn. veličiny X a Y jsou nezávislé. Tzn. že pokud zjistíme, že je korelační koeficient nevýznamný, pak přijmeme nulovou hypotézu a zamítneme alternativní hypotézu, že vztah existuje.

Alternativní hypotéza je postavena na existenci korelace, tedy

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0.$$

Test hypotézy se provádí pomocí testového kritéria

$$t = \frac{|R|}{\sqrt{1-R^2}} * \sqrt{n-2} \quad (22)$$

které má za platnosti H_0 Studentovo t-rozdělení o $k=n-2$ stupních volnosti.

V případě, že vypočtená hodnota testového kritéria padne do kritického oboru, zamítá se nulová hypotéza a existence korelační závislosti se považuje za prokázanou.

$$|t| > t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_0 \text{ se zamítá}$$

2. Experimentální část

V experimentu bylo použito 5 souborů vzorků různých přízí vyrobených různými spřádacími technologiemi. Pro testování byly vybrány takové vlastnosti, které lze měřit jak na aparatuře CTT Lawson-Hemphill tak na aparatuře Uster Tester a Zweigle: objemová nestejnoměrnost (kolísání průměru příze), vady a chlupatost.

Tab. 2.1 Přehled přízí použitých v experimentu

	Jemnost T [tex]	Typ příze	Mat. složení
1	8,4	kompaktní	100% bavlna
2	16,5	prstencová	100% bavlna
3	20	prstencová	100% bavlna
4	20	rotorová	100% viskóza
5	29,5	rotorová	100% bavlna

2.1 Porovnání výsledků měření průměru příze

Měření průměrů příze se provádělo na přístrojích Uster Tester 4 a CTT Lawson-Hemphill. Podstatou zkoušky je průchod příze mezi optickým čidlem a zdrojem světla (jednotlivé principy měření na přístrojích viz. kap.1.2.2 a kap.1.4.1).

Provádělo se 10 měření u každého vybraného typu příze. Naměřená data byla zpracována v programu QC Expert (program pro statistickou analýzu dat) a otestována na normalitu a homogenitu. Normalita a homogenita byla potvrzena.

Byla vypočtena průměrná hodnota, směrodatná odchylka a 95% *IS* střední hodnoty dle vztahů (13), (15), (17).

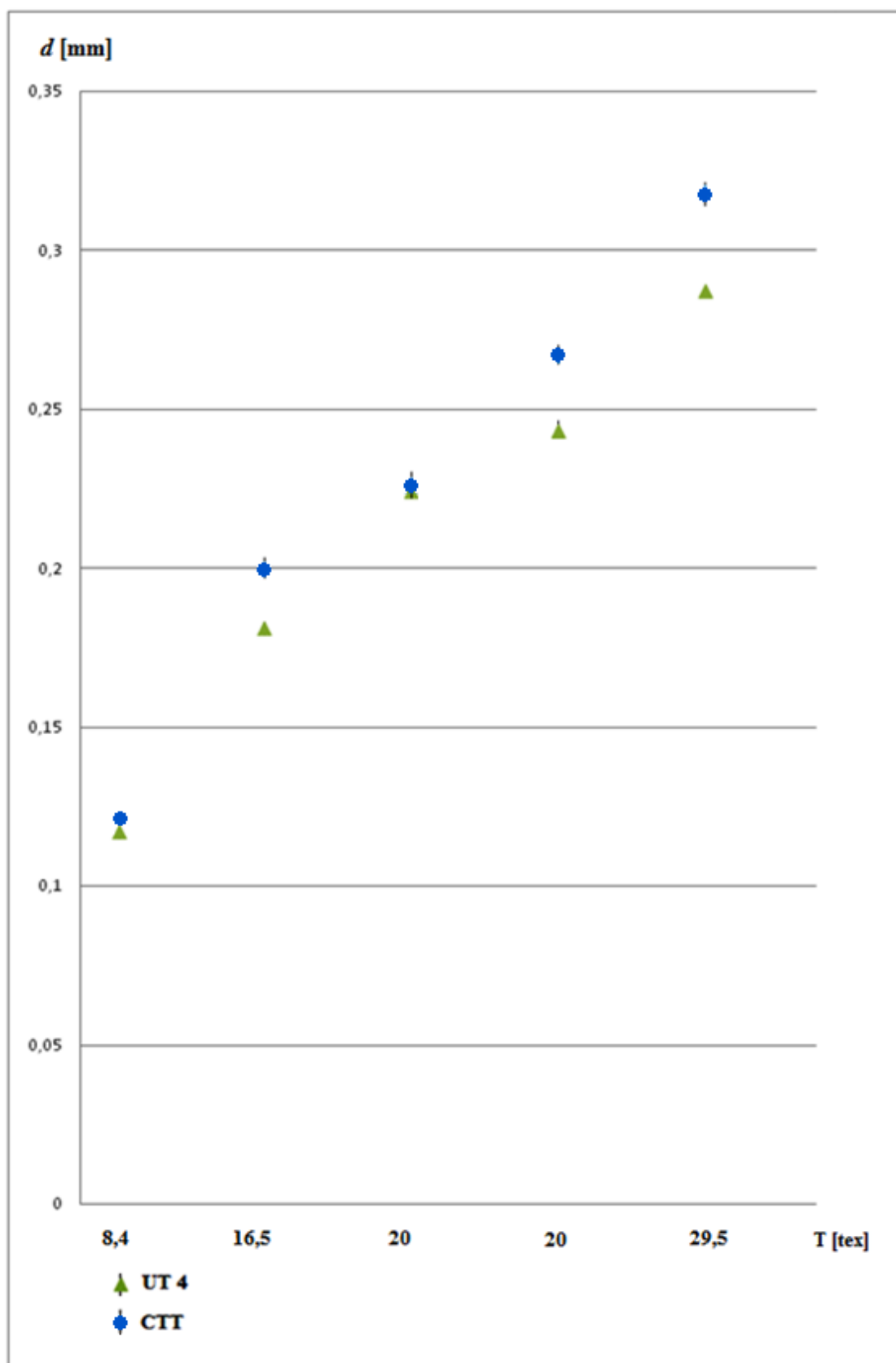
PODMÍNKY MĚŘENÍ:

Rychlost: 400 m/min na Uster Tester 4 a 100 m/min na CTT Lawson-Hemphill. Tyto rychlosti jsou doporučeny výrobcem jako standardní a byly použity aby se mohly hledat souvislosti mezi hodnotami zjištěnými standardními způsoby.

Počet měření: měření se provádělo tak, aby z každého souboru přízí bylo celkem 10 výsledků. Doba měření: 1 měření trvalo 1 min.

Tab. 2.1.1 Výsledky měření průměrů přízí d [mm]

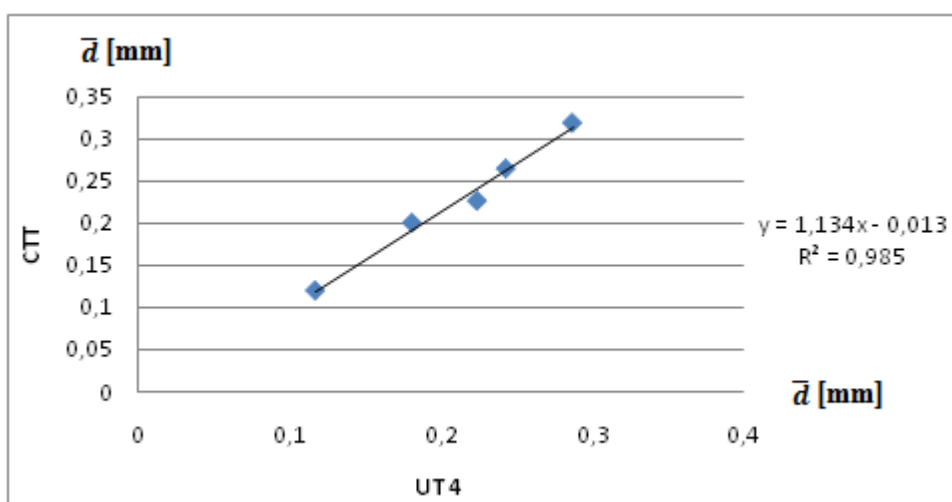
	UT 4	CTT
8,4 tex		
\bar{d}	0,117	0,120
s	$1,14 \cdot 10^{-3}$	$1,85 \cdot 10^{-3}$
95% IS	<0,116; 0,118>	<0,118; 0,121>
16,5 tex		
\bar{d}	0,181	0,2
s	$2,38 \cdot 10^{-3}$	$4,14 \cdot 10^{-3}$
95% IS	<0,179; 0,183>	<0,197; 0,203>
20 tex prst.		
\bar{d}	0,224	0,226
s	$2,58 \cdot 10^{-3}$	$5,54 \cdot 10^{-3}$
95% IS	<0,222; 0,226>	<0,222; 0,230>
20 tex rotor.		
\bar{d}	0,243	0,267
s	$3,34 \cdot 10^{-3}$	$4,47 \cdot 10^{-3}$
95% IS	<0,241; 0,246>	<0,264; 0,270>
29,5 tex		
\bar{d}	0,287	0,318
s	$1,75 \cdot 10^{-3}$	$5,13 \cdot 10^{-3}$
95% IS	<0,285; 0,288>	<0,314; 0,321>



Obr. 2.1.3 IS středních hodnot průměrů příze

Na obr. 2.1.3 je znázorněno rozmístění jednotlivých *IS* středních hodnot průměrů příze u stejného vzorku u obou aparatur - CTT a UT 4. Rozdíly mezi středními hodnotami průměru příze jsou statisticky významné u vzorků o jemnosti 8,4 tex, 16,5 tex, 29,5 tex a u vzorku rotorové příze o jemnosti 20 tex – *IS* středních hodnot průměru příze stanovené u aparatury CTT se nepřekrývají s *IS* středních hodnot průměru příze stanovených u UT 4. Přístrojem CTT bylo naměřeno větší kolísání průměru příze než aparaturou UT 4. U vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex *IS* středních hodnot průměru příze stanovené u aparatury CTT se překrývají s *IS* středních hodnot průměru u UT 4, což znamená, že rozdíl je statisticky nevýznamný. Rozdíly mezi výsledky aparatur CTT a UT 4 mohou být způsobené odlišnými způsoby snímání příze. Oba přístroje měří průměr stejným principem – opticky, ale UT 4 měří průměr příze ze dvou stran pomocí dvou optických vysílačů, a každý vysílač vytváří snímek příze. CTT měří průměr jenom z jedné strany, a to pomocí kamery s určitým počtem pixelů, průměr příze představuje vzdálenost mezi prvním a posledním tmavým pixelem (viz. kap. 1.2.2 a kap. 1.4.1). Dále rozdíly také mohou být způsobeny tím, že na CTT a na UT 4 se proměřovaly různé úseky příze. Při měření průměru příze na přístrojích CTT a UT 4 byly použity režimy měření doporučené výrobcí.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT nemohou být považovány za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.1.2).



Obr. 2.1.2 Závislost mezi výsledky měření průměru příze na aparaturách CTT a UT 4

Data byla vynesena do bodového grafu (2.1.2) a mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 byla u proměřených přízí zjištěna lineární závislost (obr. 2.1.2), která je popsána rovnicí

$$y = 1,134x - 0,013 \quad (23)$$

s vysokým korelačním koeficientem $R=0,992$.

2.2 Porovnání výsledků měření vad příze

Měření vad příze se provádělo na přístrojích Uster Tester 4 a CTT Lawson-Hemphill.

Provádělo se 10 měření u každého vybraného typu příze. Naměřená data byla zpracována v programu QC Expert. CTT Lawson Hemphill zaznamenává počet vad na určitých kontrolních hranicích na délce úseku 100 m. Uster Tester 4 udává počet vad na určitých kontrolních hranicích vztažený na délku 1 km. Při zpracování dat byly údaje o vadách poskytnuté aparaturou CTT přepočítány na délku 1 km, aby bylo možné výsledky porovnat.

Byla vypočtena průměrná hodnota, směrodatná odchylka a 95% *IS* střední hodnoty dle vztahů (13), (15), (18). V případě většího počtu vad (více než 30 na 1 km délky příze) byly *IS* stanoveny dle vztahu (17).

PODMÍNKY MĚŘENÍ:

Rychlost: 400 m/min na Uster Tester 4 a 100 m/min na CTT Lawson-Hemphill.

Počet měření: měření se prováděla tak, aby z každého souboru přízí bylo celkem 10 výsledků. Doba měření: 1 měření trvalo 1 min na každém přístroji.

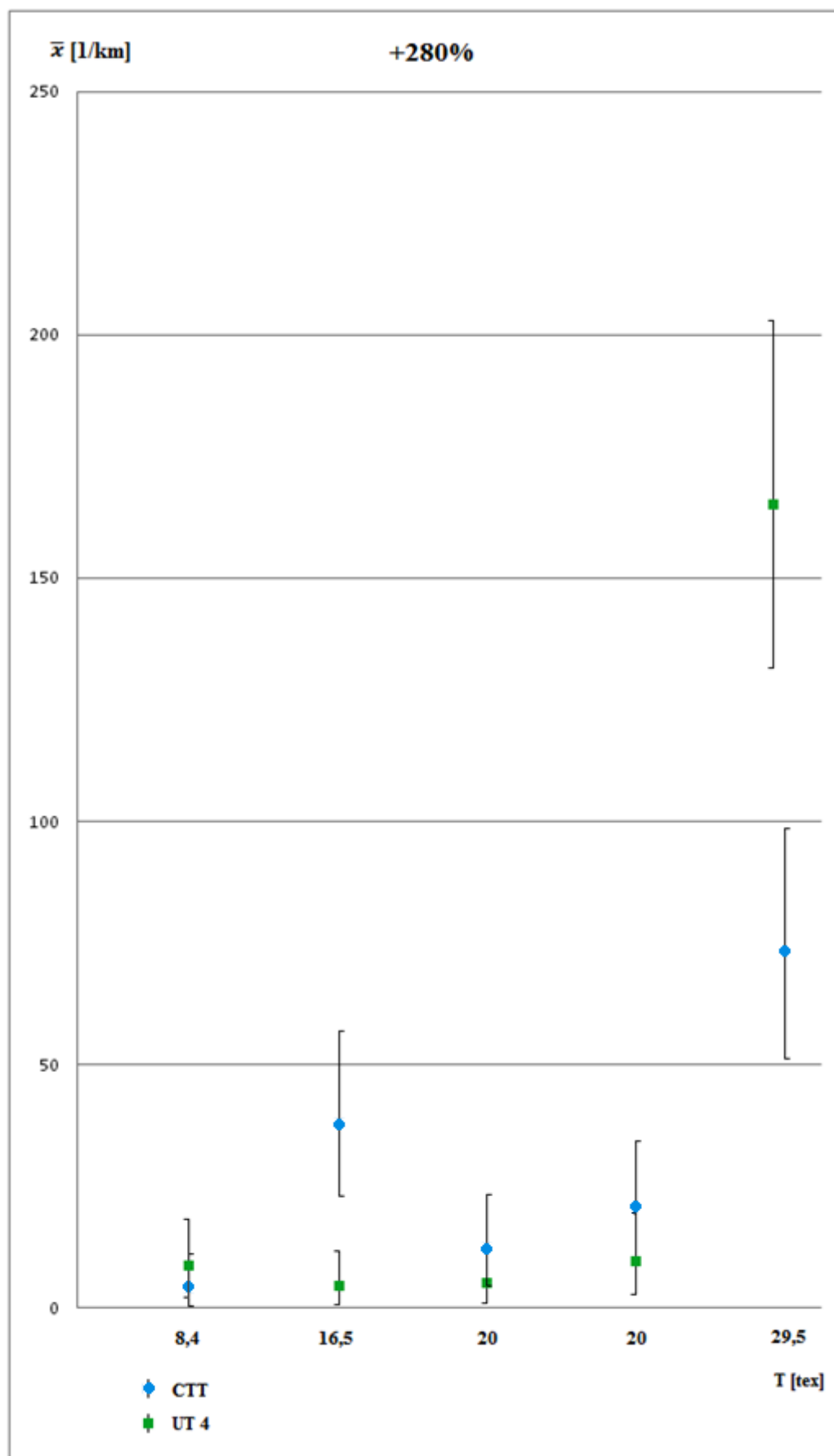
Sledované kontrolní hranice: +280%, +200%, +50%, +35%, -50%, -40%. Na aparatuře CTT kontrolní hranice byly nastaveny dle UT 4, aby bylo možné porovnat výsledky mezi nimi. Byly vybrány kontrolní hranice, které se běžně sledují při měření vad příze (+280%, +200% u nopků, +50%, +35% u silných míst, -50%, -40% u slabých míst).

2.2.1 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +280%

Byl sledován střední počet nopků na kontrolní hranici +280%.

Tab. 2.2.1 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +280% [1/km]

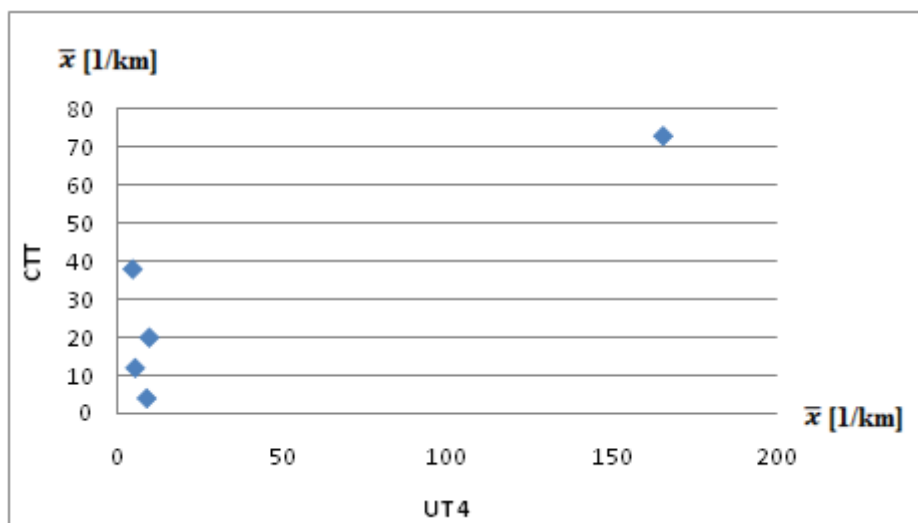
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	8,5	4
	s	6,03	5,16
	95% IS	<2,43; 18,28>	<0,48; 11,14>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	4,25	38
	s	2,9	69,41
	95% IS	<0,56; 11,57>	<22,87; 56,9>
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	5	12
	s	3,54	15,49
	95% IS	<0,83; 12,83>	<4,4; 23,34>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	9,25	20
	s	6,67	21,08
	95% IS	<2,83; 19,39>	<9,59; 34,17>
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	165,25	73
	s	132,95	43,47
	95% IS	<131,54; 202,74>	<51,26; 98,52>



Obr. 2.2.1 IS středních hodnot počtu nopků na kontrolní hranici +280% [1/km]

Statisticky významné rozdíly středních počtů nopků na kontrolní hranici +280% byly zjištěny u vzorků příze o jemnosti 16,5 tex a 29,5 tex – *IS* středních hodnot počtu nopků stanovené u aparatury CTT se nepřekrývají s *IS* středních hodnot počtu nopků stanovených u UT 4 (tab. 2.2.1, obr. 2.2.1). Největší kolísání hodnot bylo zaznamenáno u vzorku příze o jemnosti 29,5 tex na obou přístrojích. U vzorků o jemnosti 8,4 tex, vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex a vzorku rotorové příze o jemnosti 20 tex se překrývají *IS* středních hodnot počtu nopků stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu nopků stanovených u UT 4, což znamená že rozdíly mezi nimi nejsou statisticky významné.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.2).



Obr. 2.2.2 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici +280% [1/km]

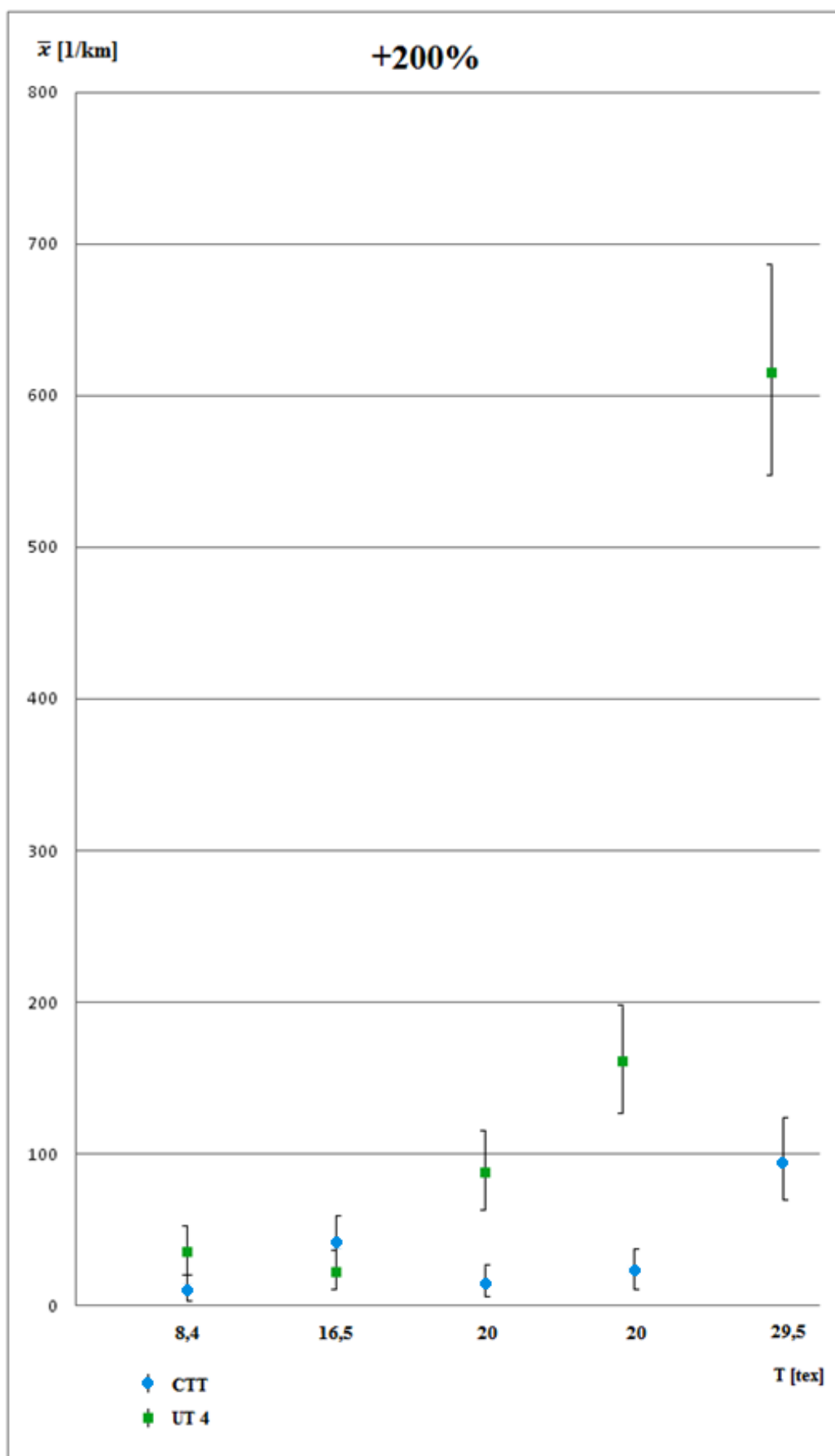
Z rozmístění bodů na grafu 2.2.2 plyne, že mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 u testovaného souboru přízí nelze hledat vzájemnou souvislost, v oblasti počtu nopků (+280%) 9,25 – 165,25 (dle UT 4) nebyly naměřeny žádné hodnoty a hodnota \bar{x} (165,25; 73) se z pohledu regrese jeví jako vybočující. Pro hledání regresní závislosti je potřebný rozsáhlejší soubor přízí a měření.

2.2.2 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +200%

Byl sledován střední počet nopků na kontrolní hranici +200%.

Tab. 2.2.2 Výsledky měření nopků na kontrolní hranici +200% [1/km]

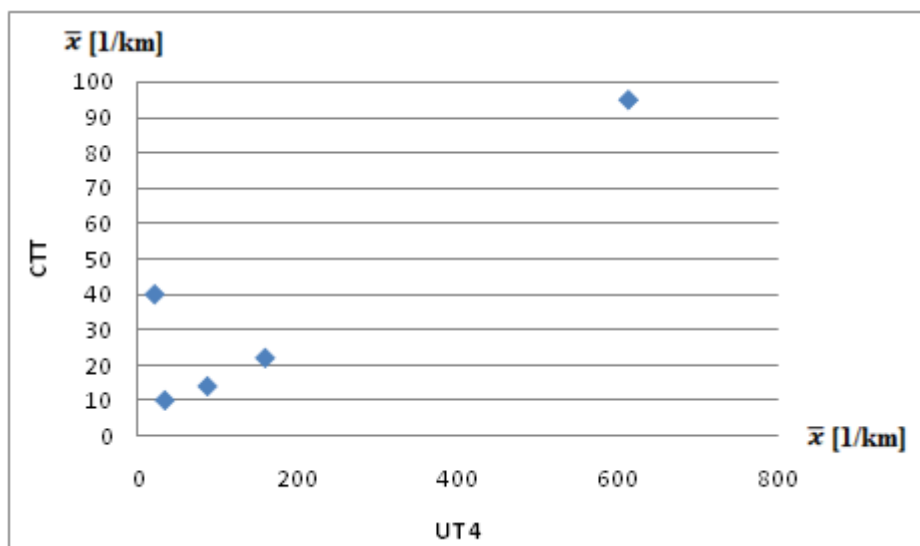
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	34,5	10
	s	13,11	9,43
	95% IS	<20,18; 52,56>	<3,34; 20,48>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	21,75	40
	s	15,55	57,93
	95% IS	<10,8; 36,46>	<24,43; 59,34>
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	87,75	14
	s	19,02	17,13
	95% IS	<63,72; 115,55>	<5,62; 26,12>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	160	22
	s	61,8	23
	95% IS	<126,87; 196,92>	<10,98; 36,78>
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	614,75	95
	s	345,81	59,11
	95% IS	<547,93; 685,35>	<69,92; 123,86>



Obr. 2.2.3 IS středních hodnot počtu nopků na kontrolní hranici +200% [1/km]

Na kontrolní hranici +200% má statisticky významné rozdíly středních hodnot počtů nopků vzorek o jemnosti 29,5 tex, vzorek rotorové příze o jemnosti 20 tex a vzorek prstencové příze o jemnosti 20 tex - *IS* středních hodnot počtu nopků stanovené u aparatury CTT se nepřekrývají s *IS* středních hodnot počtu nopků stanovených u UT 4 (tab. 2.2.2, obr. 2.2.3). Největší kolísání hodnot je zaznamenáno u vzorku o jemnosti 29,5 tex na obou přístrojích. U vzorků o jemnosti 8,4 tex a vzorku o jemnosti 16,5 tex se překrývají *IS* středních hodnot počtu nopků stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu nopků stanovených u UT 4, rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky nevýznamné.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.4).



Obr. 2.2.4 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici +200% [1/km]

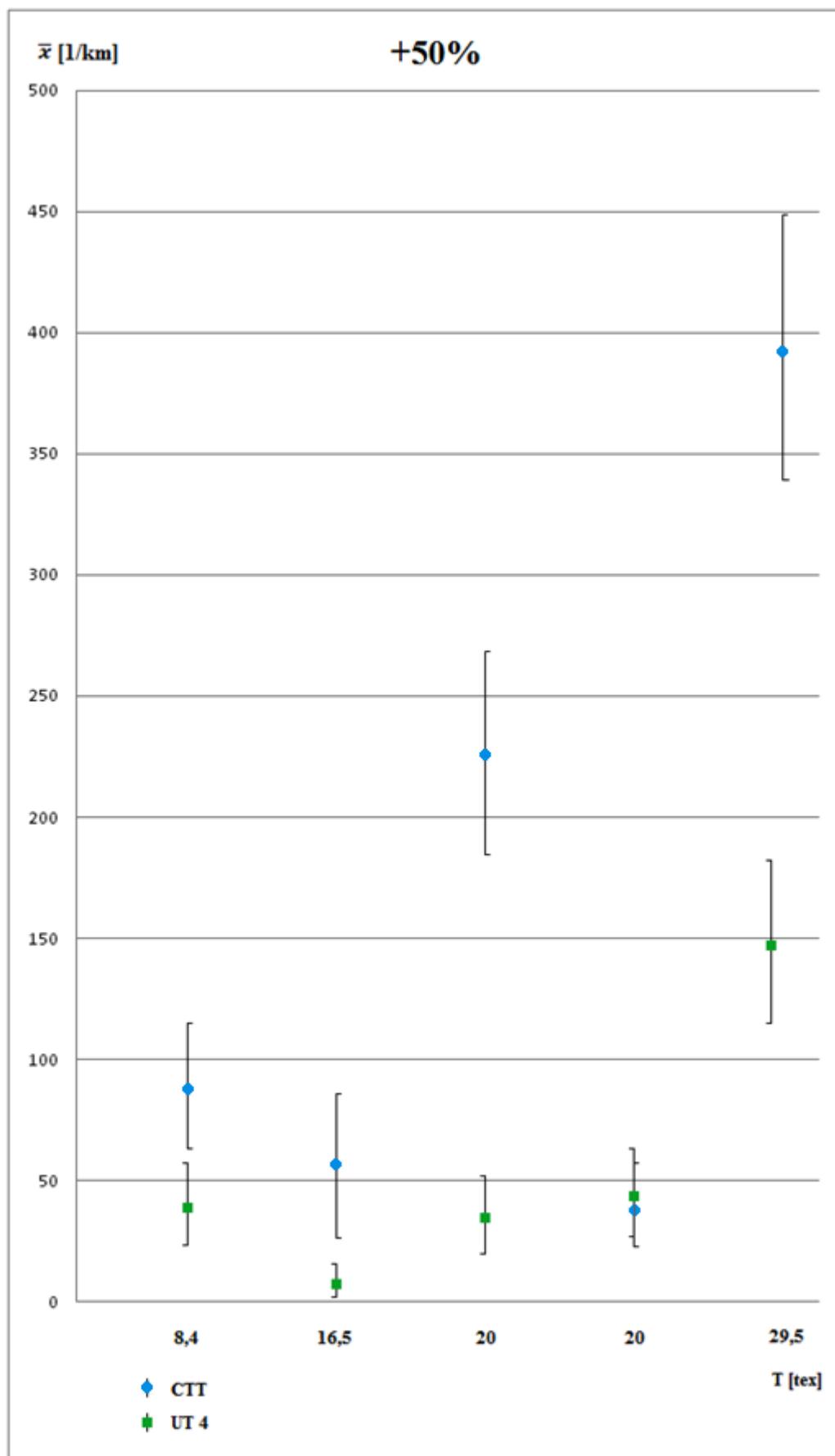
Z rozmístění bodů na grafu 2.2.4 plyne, že mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 u testovaného souboru přízí nelze hledat vzájemnou souvislost, v oblasti počtu nopků (+200%) 160-614,75 (dle UT4) nebyly naměřeny žádné hodnoty a hodnota \bar{x} (614,75; 95) se z pohledu regrese jeví jako vybočující. Pro hledání regresní závislosti je potřebný rozsáhlejší soubor přízí a měření.

2.2.3 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +50%

Byl sledován střední počet silných míst na kontrolní hranici +50%.

Tab. 2.2.3 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +50% [1/km]

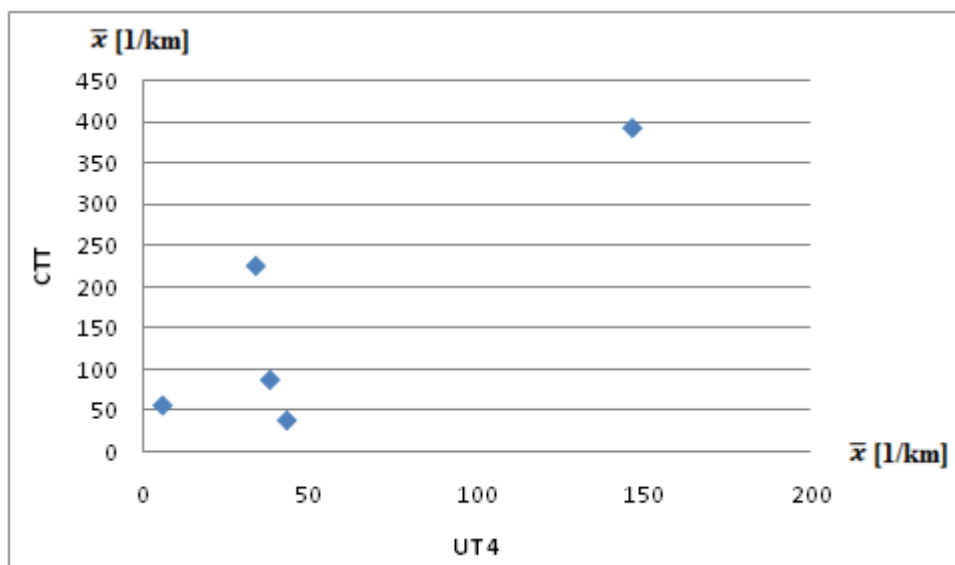
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	38,25	87
	s	12,53	36,83
	95% IS	<23,07; 57,2>	<63,08; 114,69>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	6,75	56
	s	3,92	41,95
	95% IS	<1,57; 15,63>	<25,99; 86,01>
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	34	225
	s	9,66	398,36
	95% IS	<19,8; 51,97>	<185,34; 268,44>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	43,25	38
	s	10,48	28,2
	95% IS	<26,98; 63,29>	<22,87; 56,9>
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	146,5	392
	s	102,87	141,01
	95% IS	<114,88; 181,9>	<339,03; 448,75>



Obr. 2.2.5 IS středních hodnot počtů silných míst na kontrolní hranici +50% [1/km]

U silných míst na kontrolní hranici +50% (tab. 2.2.3, obr. 2.2.5), u vzorku rotorové příze o jemnosti 20 tex se překrývají *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovené u UT 4, to znamená, že rozdíl mezi hodnotami není statisticky významný. Statisticky významné rozdíly středních počtů silných míst mají vzorky o jemnosti 8,4 tex, 16,5 tex, 29,5 tex a vzorek prstencové příze o jemnosti 20 tex - *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovené u aparatury CTT se nepřekrývají s *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovené u UT 4. Největší kolísání hodnot je zaznamenáno u vzorku o jemnosti 29,5 tex na obou přístrojích.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.6).



Obr. 2.2.6 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici +50% [1/km]

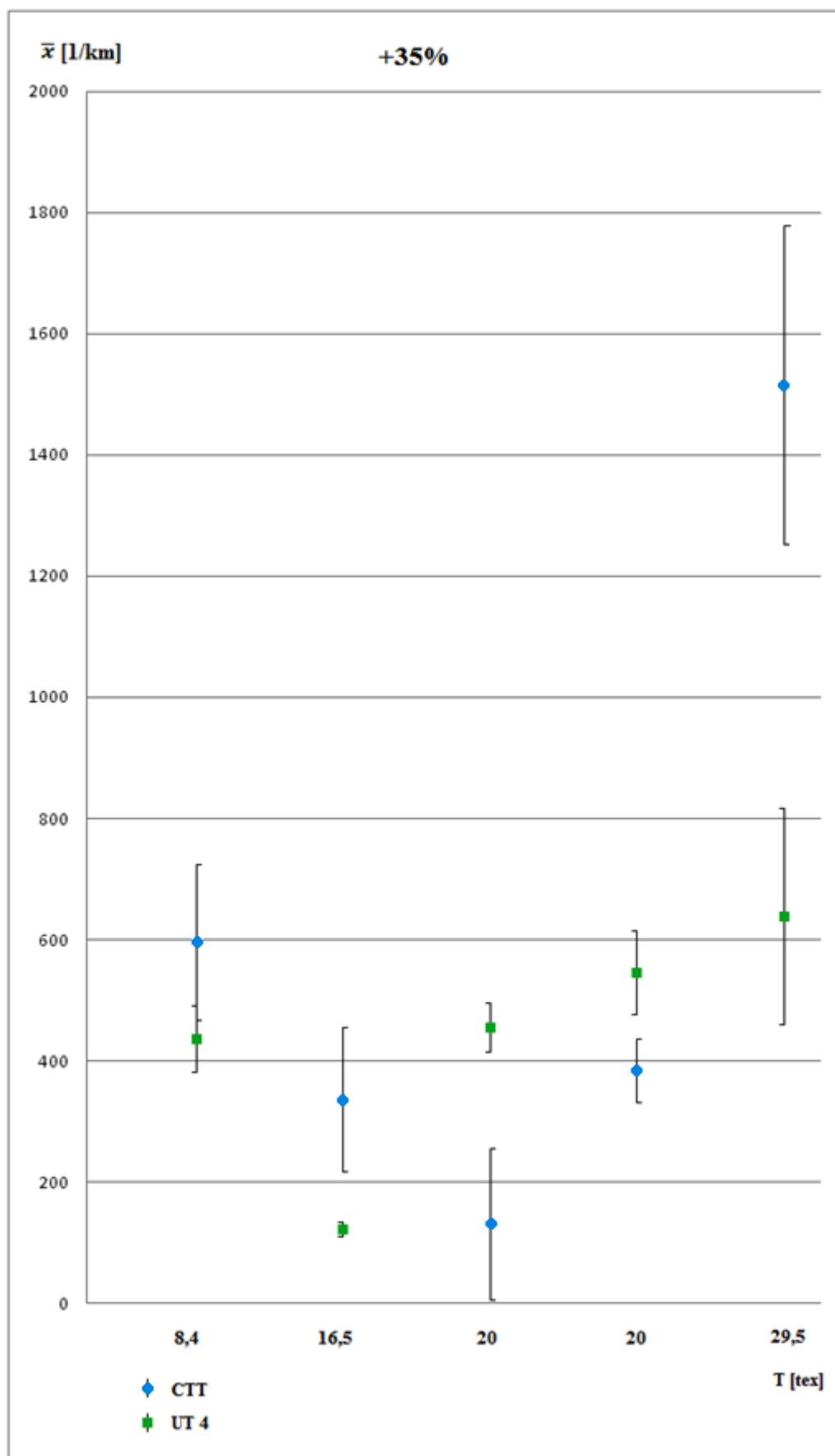
Z rozmístění bodů na grafu 2.2.6 plyne, že mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 u testovaného souboru přízí nelze hledat vzájemnou souvislost, v oblasti počtu silných míst (+50%) 43,25-146,5 (dle UT) nebyly naměřeny žádné hodnoty a hodnota \bar{x} (146,5; 392) se z pohledu regrese jeví jako vybočující. Pro hledání regresní závislosti je potřebný rozsáhlejší soubor přízí a měření.

2.2.4 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +35%

Byl sledován střední počet silných míst na kontrolní hranici +35%.

Tab. 2.2.4 Výsledky měření silných míst na kontrolní hranici +35% [1/km]

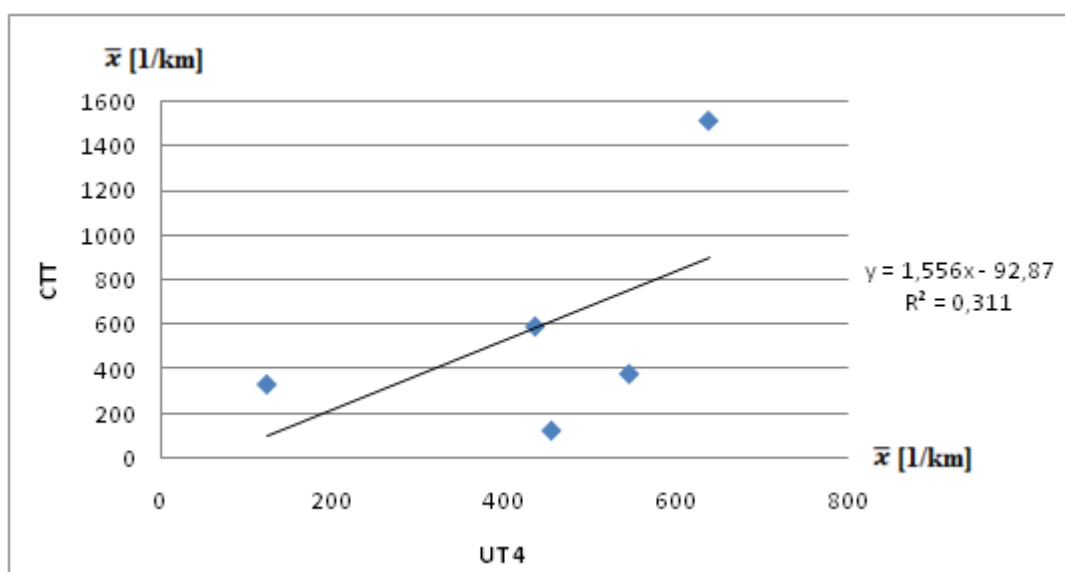
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	436	595
	s	75,55	178,4
	95% IS	<381,92; 490,08>	<467,38; 722,61>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	123,65	336
	s	15,02	167,01
	95% IS	<112,9; 134,4>	<216,53; 455,46>
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	455	129,9
	s	56,11	173,21
	95% IS	<414,84; 495,16>	<6; 253,8>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	545,5	383
	s	94,63	73,04
	95% IS	<477,76; 613,24>	<330,75; 435,25>
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	638	1514
	s	248,37	367,16
	95% IS	<460,2; 815,8>	<1251,36; 1776,63>



Obr. 2.2.7 IS středních hodnot počtů silných míst na kontrolní hranici +35% [l/km]

U silných míst na kontrolní hranici +35% (tab. 2.2.4, obr. 2.2.7), statisticky nevýznamný rozdíl mezi středními hodnotami počtu silných míst má vzorek o jemnosti 8,4 tex – překrývají se *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu silných míst stanovených u UT 4, u ostatních vzorků přízí se *IS* nepřekrývají, rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky významné.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.8).



Obr. 2.2.8 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici +35% [1/km]

Data byla vynesena do bodového grafu (obr. 2.2.8) a mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 byla u proměřených přízí zjištěna regresní závislost, která je popsána rovnicí

$$y = 1,556x - 92,87 \quad (24)$$

s korelačním koeficientem $R_4 = 0,558$.

U nalezené regresní závislosti byla testována významnost regresního koeficientu. Byla vypočítána hodnota testovacího kritéria t_I dle vzorce (22) a hodnota porovnávána s kritickým oborem. Výsledky testu významnosti regresního koeficientu:

$$H_0: \rho_{yx} = 0$$

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0$$

$$t_4 = 1,9$$

$$t_{\alpha(n-2)}=1,859$$

$t_4 > t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_0$ se zamítá.

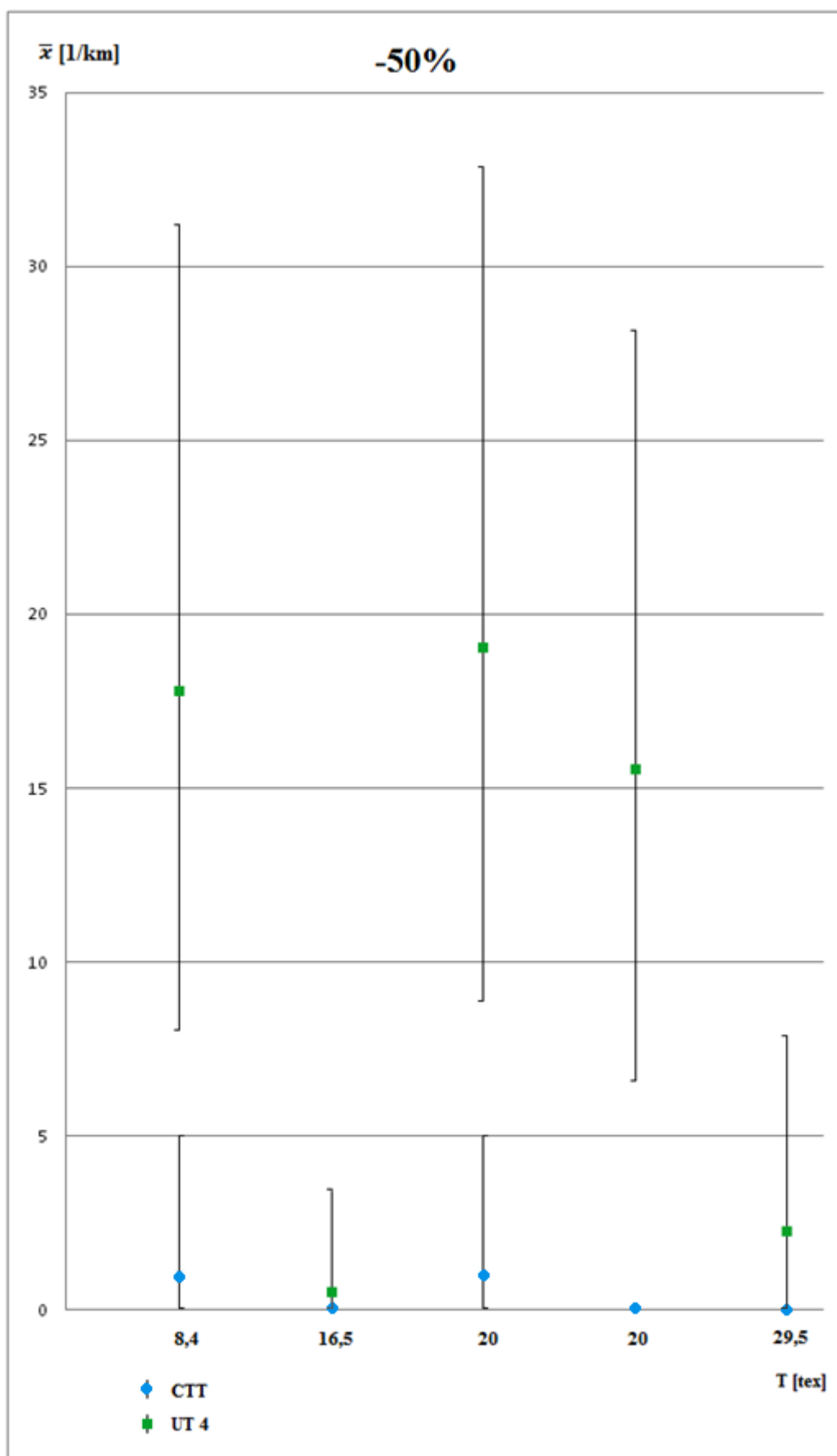
Vypočtená hodnota testového kritéria padne do kritického oboru, zamítá se nulová hypotéza, existence lineární regresní závislosti se považuje za prokázanou.

2.2.5 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -50%

Byl sledován střední počet slabých míst na kontrolní hranici -50%.

Tab. 2.2.5 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -50% [1/km]

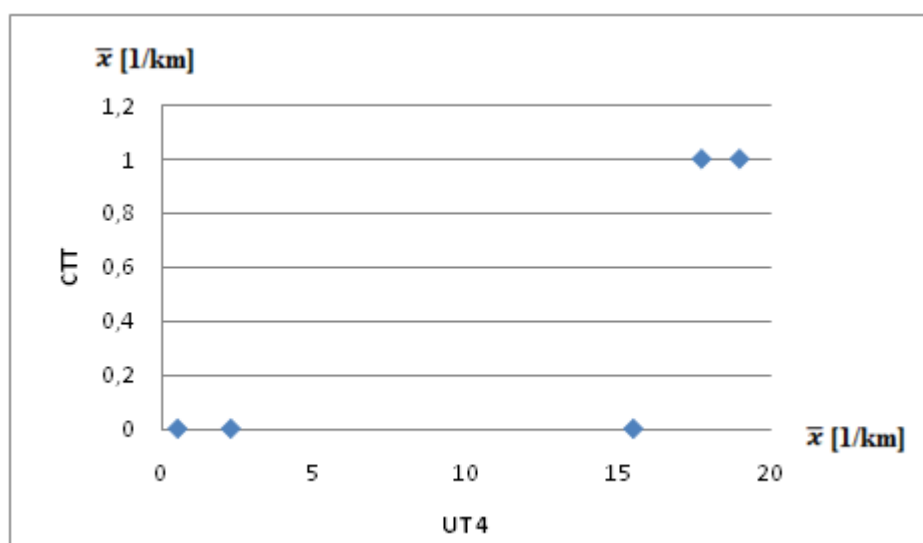
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	17,75	1
	s	9,89	3,16
	95% IS	<8,06; 31,19>	<0; 5,02>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	0,5	0
	s	1,05	-
	95% IS	<0; 3,43>	-
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	19	1
	s	8,91	3,16
	95% IS	<8,9; 32,85>	<0; 5,02>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	15,5	0
	s	5,75	-
	95% IS	<6,58; 28,17>	-
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	2,25	0
	s	2,2	-
	95% IS	<0,08; 7,89>	-



Obr. 2.2.9 IS středních hodnot počtu slabých míst na kontrolní hranici -50% [1/km]

U slabých míst na kontrolní hranici -50% (tab. 2.2.5, obr. 2.2.9) přístrojem CTT u vzorku o jemnosti 8,4 tex a vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex byla zaznamenána jenom jedna vada, u ostatních vzorků ani jedna vada zaznamenána nebyla. Nepřekrývají se *IS* středních hodnot počtu slabých míst mezi aparaturami UT 4 a CTT ani u jednoho vzorku. Rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky významné.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.10).



Obr. 2.2.10 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici - 50% [1/km]

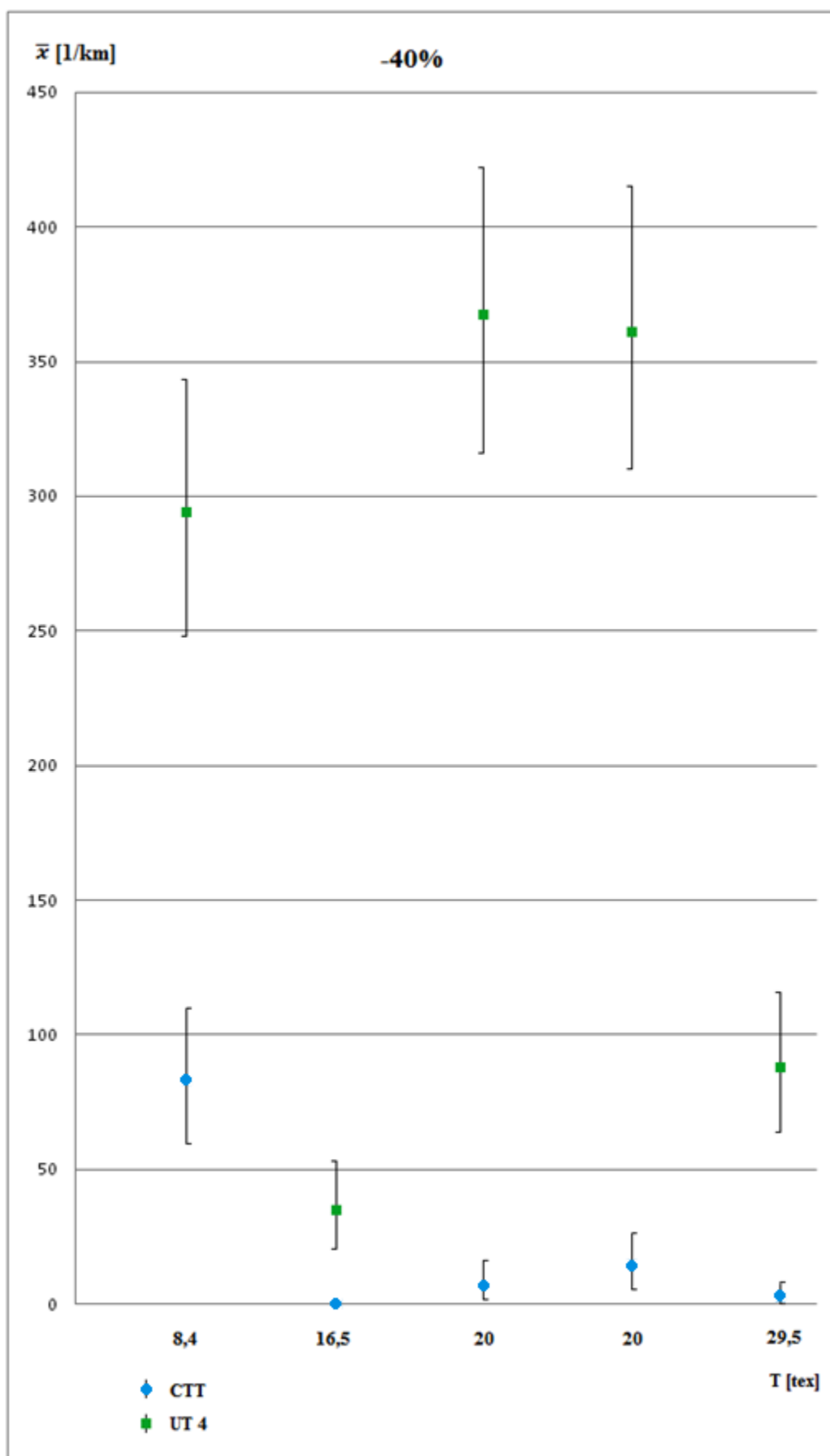
Mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 u testovaného souboru přízí nelze hledat vzájemnou souvislost, v oblasti slabých míst (-50%) 2,25-17,5 (dle UT) nebyly naměřeny žádné hodnoty a hodnota \bar{x} (17,75; 1) se z pohledu regrese jeví jako vybočující. Pro hledání regresní závislosti je potřebný rozsáhlejší soubor přízí a měření.

2.2.6 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -40%

Bylsledován střední počet slabých míst na kontrolní hranici -40%.

Tab. 2.2.6 Výsledky měření slabých míst na kontrolní hranici -40% [1/km]

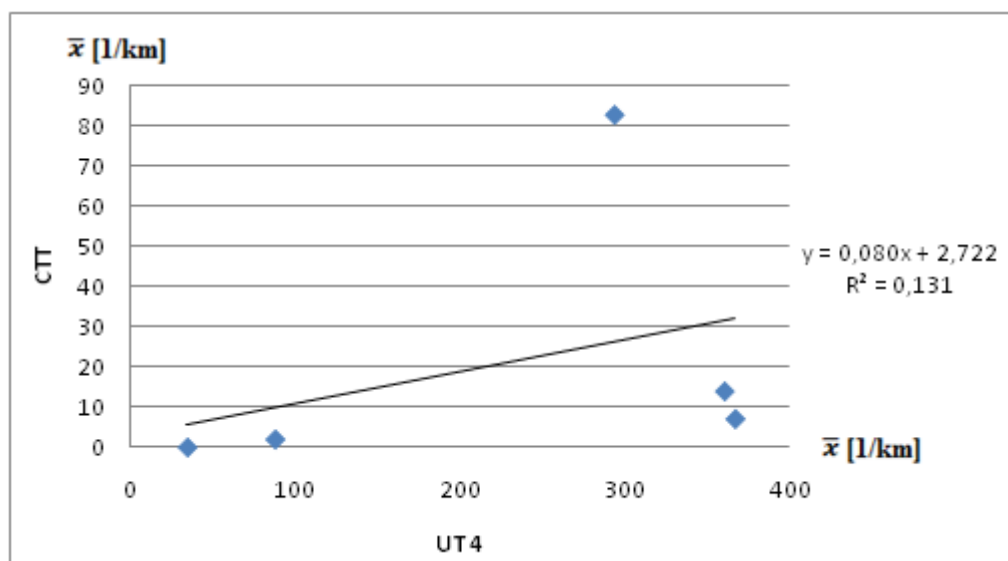
Vzorek		UT 4	CTT
8,4 tex	\bar{x} [1/km]	293,75	83
	s	88,92	90,44
	95% IS	<248,16; 343,12>	<59,69; 110,09>
16,5 tex	\bar{x} [1/km]	34,75	0
	s	16,89	-
	95% IS	<20,37; 52,89>	-
20 tex prst.	\bar{x} [1/km]	367	7,1
	s	47,28	11,53
	95% IS	<315,81; 421,97>	<1,73; 16,17>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/km]	360,5	14
	s	69,3	9,66
	95% IS	<309,79; 415>	<5,62; 26,12>
29,5 tex	\bar{x} [1/km]	88	2
	s	21,21	4,22
	95% IS	<63,94; 115,84>	<0,05; 7,38>



Obr. 2.2.11 *IS* středních hodnot počtů slabých míst na kontrolní hranici -40% [1/km]

U slabých míst na kontrolní hranici -40% (tab. 2.2.6, obr. 2.2.11) se nepřekrývají *IS* středních hodnot počtu slabých míst mezi aparaturami CTT a UT 4 ani u jednoho vzorku. Rozdíly mezi hodnotami středních počtů slabých míst jsou tedy u všech vzorků statisticky významné.

Výsledky z aparatur UT 4 a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.2.12).



Obr. 2.2.12 Výsledky měření nopků na aparaturách CTT a UT 4 na kontrolní hranici - 40% [1/km]

Mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na UT 4 byla u proměřených přízí zjištěna regresní závislost (obr. 2.2.12), která je popsána rovnicí

$$y = 0,080x + 2,722 \quad (25)$$

s korelačním koeficientem $R_6 = 0,362$.

U nalezené regresní závislosti byla testována významnost regresního koeficientu. Byla vypočítána hodnota testovacího kritéria t_I dle vzorce (22) a hodnota porovnávána s kritickým oborem. Výsledky testu významnosti regresního koeficientu:

$$H_0: \rho_{yx} = 0$$

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0$$

$$t_6 = 1,1$$

$$t_{\alpha(n-2)}=1,859$$

$$t_6 < t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_1 \text{ se zamítá.}$$

Vypočtená hodnota testového kritéria nepadne do kritického oboru, zamítá se hypotéza H_1 , existence lineární regresní závislosti není prokázána.

Mezi hodnotami naměřenými na aparaturách CTT a UT 4 byla hledána vzájemná souvislost u každého typu vady, na každé sledované kontrolní hranici. Na kontrolních hranicích +280%, +200%, +50%, a -50% z důvodu rozložení dat nebyla hledána regresní závislost a proto existence vzájemné závislosti mezi hodnotami naměřenými na UT 4 a hodnotami naměřenými na CTT nebyla prokázána. Na kontrolní hranici +35% byla nalezena lineární závislost (24), která byla potvrzena testem významnosti korelačního koeficientu. Na kontrolní hranici -40% byla nalezena lineární závislost (25), která nebyla prokázána testem významnosti korelačního koeficientu.

Variabilita počtu vad a rozdíly mezi průměrnými počty vad zjištěnými na přístrojích UT 4 a CTT mohou být způsobené tím, že přístroje mají odlišné metody zaznamenávání vad: CTT měří vady opticky – sleduje se vizuální zesílení či zeslabení průměru příze, zatímco UT 4 měří vady kapacitně – identifikuje se pokles či přírůstek hmoty vláken v příčném průřezu (viz. kap. 1.2.3 a kap. 1.4.2). Při měření vad příze na přístrojích CTT a UT 4 byly použity režimy měření doporučené výrobcem.

2.3 Porovnání výsledků měření chlupatosti příze

Měření chlupatosti příze se provádělo na přístrojích CTT Lawson-Hemphill a Zweigle G567.

Provádělo se 10 měření u každého vybraného typu příze. Naměřená data byla zpracována v programu QC Expert (program pro statistickou analýzu dat) a otestována na normalitu a homogenitu.

CTT Lawson Hemphill zaznamenává počet odstávajících vláken o určitých délkách vztažené na délku úseku 100 m. Zweigle G567 zaznamenává počet vyčnívajících vláken na proměřenou délku. Údaje v tabulkách (kap. 2.3.1-2.3.3) představují střední počet odstávajících vláken o konkrétní délce.

Byla vypočtena průměrná hodnota, směrodatná odchylka a 95% *IS* střední hodnoty dle vztahů (13), (15), (17).

PODMÍNKY MĚŘENÍ:

Rychlost: 50 m/min na CTT Lawson-Hemphill, 100 m/min na Zweigle G567

Vlhkost: $\varphi=40\%$

Teplota: $t^{\circ}=24^{\circ}\text{C}$.

Počet a doba měření:

CTT – 10x2 min u každého vzorku,

Zweigle G567 - 10x1 minu každého vzorku.

Na obou přístrojích byla proměřena stejná délka úseku příze – 10x100 m na každém přístroji.

Sledované délky odstávajících vláken: 3 mm, 2 mm, 1 mm. Na aparatuře CTT délky byly nastaveny dle Zweigle G567, aby bylo možné porovnat výsledky. Odstávající vlákna delší než 3 mm nebylo možné sledovat protože aparatura CTT přidává délku vyčnívajícího vlákna k průměru příze, maximální průměr příze, který lze měřit tímto systémem, je 6 mm (viz. kap.1.3 a kap.1.4.3).

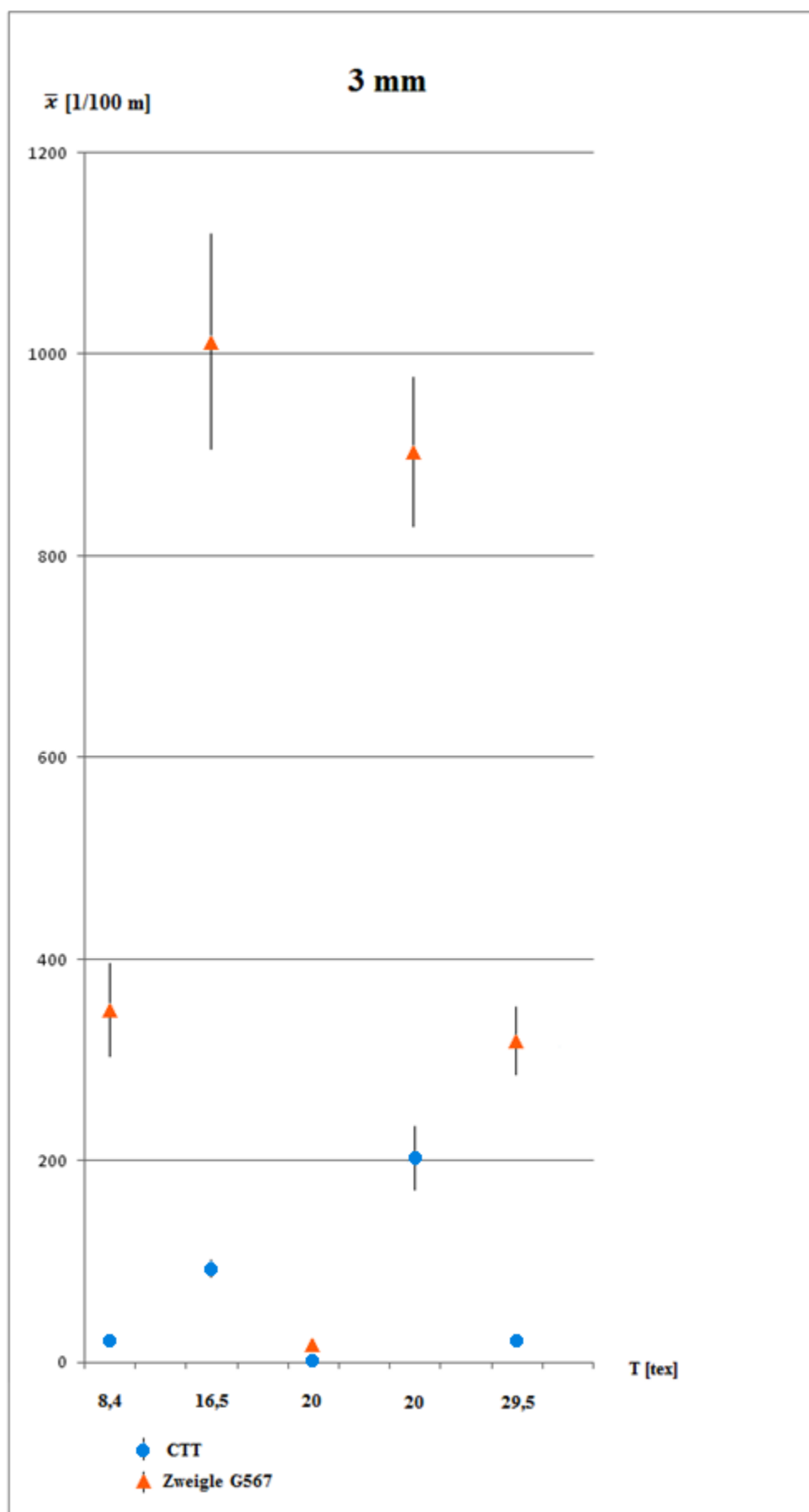
2.3.1 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_1 = 3 \text{ mm}$

Byl sledován střední počet vyčnívajících vláken o délce 3 mm.

Tab. 2.3.1 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_1 = 3 \text{ mm}$

Vzorek		CTT	Zweigle G567
8,4tex	\bar{x} [1/100 m]	15,3	349,6
	s	3,77	64,63
	95% IS	<12,6; 18>	<303,36; 395;83>
16,5tex	\bar{x} [1/100 m]	93,3	1012,8
	s	11,9	148,3
	95% IS	<84,78; 101,81>	<906,72; 1118,87>
20tex prst.	\bar{x} [1/100 m]	1,2	7,6
	s	2,78	5,56
	95% IS	<0; 3,2>	<3,62; 11,58>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/100 m]	202,3	903,7
	s	43,74	103,32
	95% IS	<171,01; 233,59>	<829,79; 977,61>
29,5tex	\bar{x} [1/100 m]	22,4	319,1

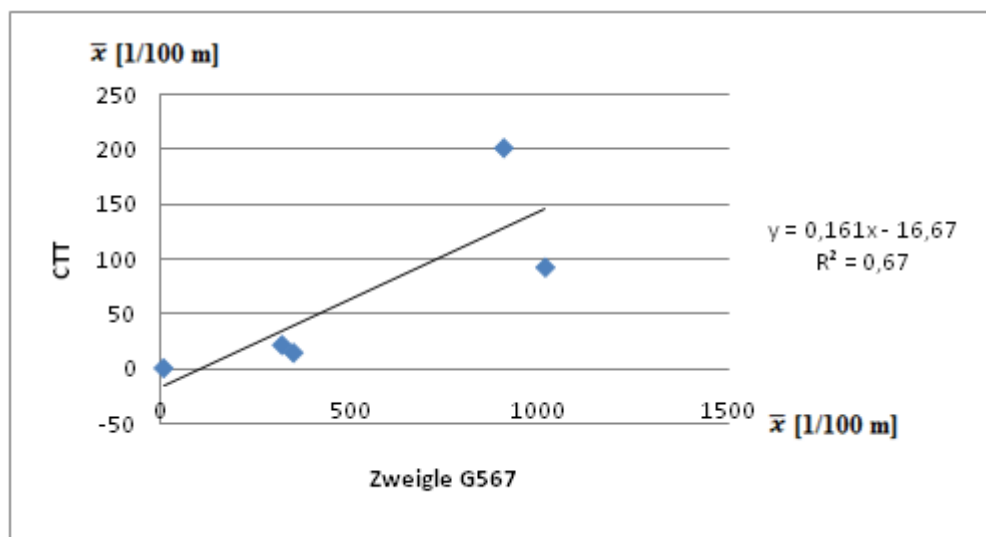
	<i>s</i>	7,8	46,6
	95% IS	<16,82; 27,97>	<285,76; 352,44>



Obr. 2.3.1 IS středních hodnot počtu odstávajících vláken, $l_1 = 3$ mm

U středních hodnot počtu odstávajících vláken o délce 3 mm (tab.2.3.1, obr.2.3.1) se nepřekrývají *IS* středních hodnot počtu odstávajících vláken stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu odstávajících vláken stanovených u Zweigle ani u jednoho vzorku. Rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky významné. Největší počet vyčnívajících vláken byl přístrojem CTT zaznamenán u vzorku rotorové příze o jemnosti 20 tex, nejnižší chlupatost je u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex. Aparaturou Zweigle je nejvyšší počet odstávajících vláken o délce 3 mm zaznamenán u vzorku o jemnosti 16,5 tex, nejnižší chlupatost je také u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex.

Výsledky z aparatur Zweigle a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.3.2).



Obr. 2.3.2 Výsledky měření chlupatosti na aparaturách CTT a Zweigle, $l_1 = 3$ mm

Mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na Zweigle byla u proměřených přízí zjištěna regresní závislost (obr.2.3.2), která je popsána rovnicí

$$y = 0,161x - 16,67 \quad (26)$$

s korelačním koeficientem $R_1 = 0,819$.

U nalezené regresní závislosti byla testována významnost regresního koeficientu. Byla vypočítána hodnota testovacího kritéria t_1 dle vzorce (22) a hodnota porovnávána s kritickým oborem. Výsledky testu významnosti regresního koeficientu:

$$H_0: \rho_{yx} = 0$$

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0$$

$$t_1 = 4,03$$

$$t_{\alpha(n-2)} = 1,859$$

$$t_1 > t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_0 \text{ se zamítá.}$$

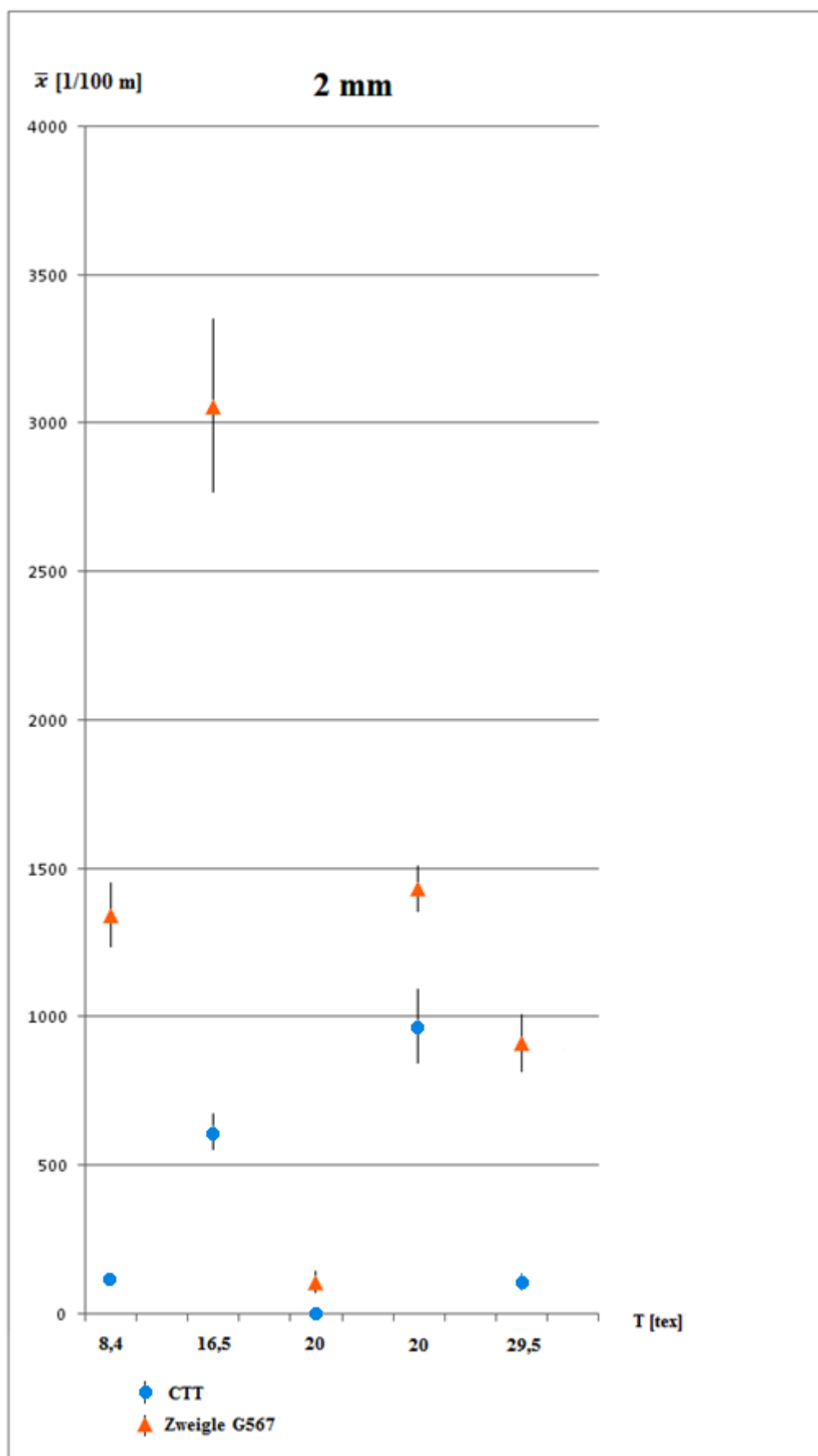
Vypočtená hodnota testového kritéria padne do kritického oboru, zamítá se nulová hypotéza, existence lineární regresní závislosti se považuje za prokázanou.

2.3.2 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_2 = 2 \text{ mm}$

Byl sledován střední počet vyčnívajících vláken o délce 2 mm.

Tab. 2.3.2 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_2 = 2 \text{ mm}$

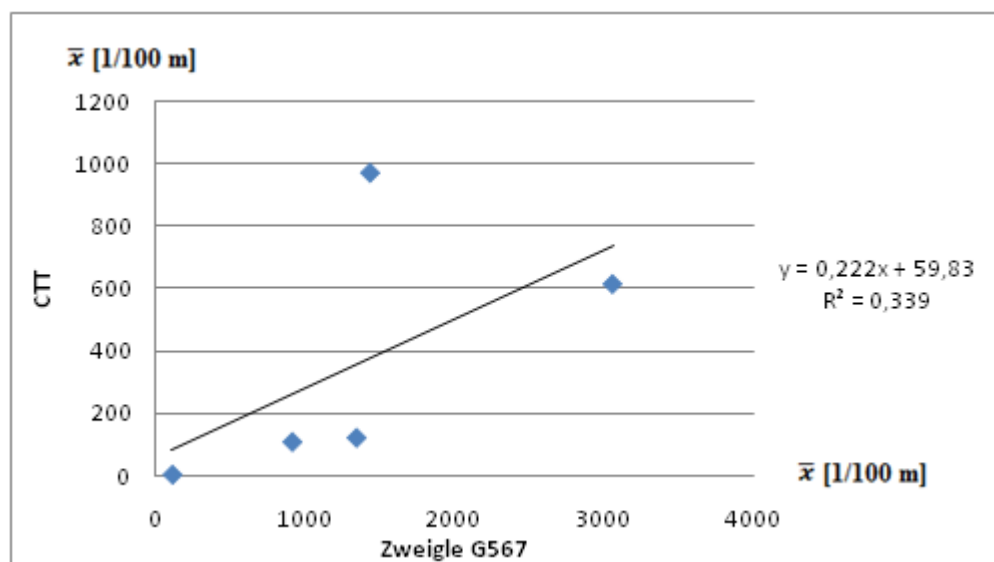
Vzorek		<i>CTT</i>	<i>Zweigle G567</i>
8,4tex	\bar{x} [1/100 m]	124	1344,2
	<i>s</i>	21,59	149,4
	95% IS	<108,55; 139,45>	<1237,33; 1451,1>
16,5tex	\bar{x} [1/100 m]	615,5	3060,1
	<i>s</i>	84	407,7
	95% IS	<555,4; 675,59>	<2768,46; 3351,73>
20tex prst.	\bar{x} [1/100 m]	6	109,7
	<i>s</i>	4,83	48,61
	95% IS	<2,54; 9,46>	<74,9; 144,5>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/100 m]	970,6	1434,3
	<i>s</i>	170,9	105,47
	95% IS	<848,34; 1092,86>	<1358,84; 1509,75>
29,5tex	\bar{x} [1/100 m]	110,7	912,7
	<i>s</i>	35,69	134,1
	95% IS	<85,17; 136,23>	<816,79; 1008,61>



Obr. 2.3.3 IS středních hodnot počtu odstávajících vláken, $l_2 = 2$ mm

IS středních hodnot počtu vyčnívajících vláken o délce 2 mm stanovené u aparatury CTT se nepřekrývají s IS středních hodnot počtu vyčnívajících vláken stanovených u Zweigle ani u jednoho vzorku (tab. 2.3.2, obr. 2.3.3). Rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky významné. Největší počet odstávajících vláken je aparaturou CTT zaznamenán u vzorku rotorové příze o jemnosti 20 tex, nejnižší chlupatost je u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex. Aparaturou Zweigle je nejvyšší chlupatost zaznamenána u vzorku příze o jemnosti 16,5 tex, nejnižší chlupatost je u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex.

Výsledky z aparatur Zweigle a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.3.4).



Obr. 2.3.4 Výsledky měření chlupatosti na aparaturách CTT a Zweigle, $l_2 = 2$ mm

Mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na Zweigle byla u proměřených přízí zjištěna regresní závislost (obr. 2.3.4), která je popsána rovnicí

$$y = 0,222x + 59,83 \quad (27)$$

s korelačním koeficientem $R_2 = 0,582$.

U nalezené regresní závislosti byla testována významnost regresního koeficientu. Byla vypočítána hodnota testovacího kritéria t_1 dle vzorce (22) a hodnota porovnávána s kritickým oborem. Výsledky testu významnosti regresního koeficientu:

$$H_0: \rho_{yx} = 0$$

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0$$

$$t_2 = 2,03$$

$$t_{\alpha(n-2)} = 1,859$$

$$t_2 > t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_0 \text{ se zamítá.}$$

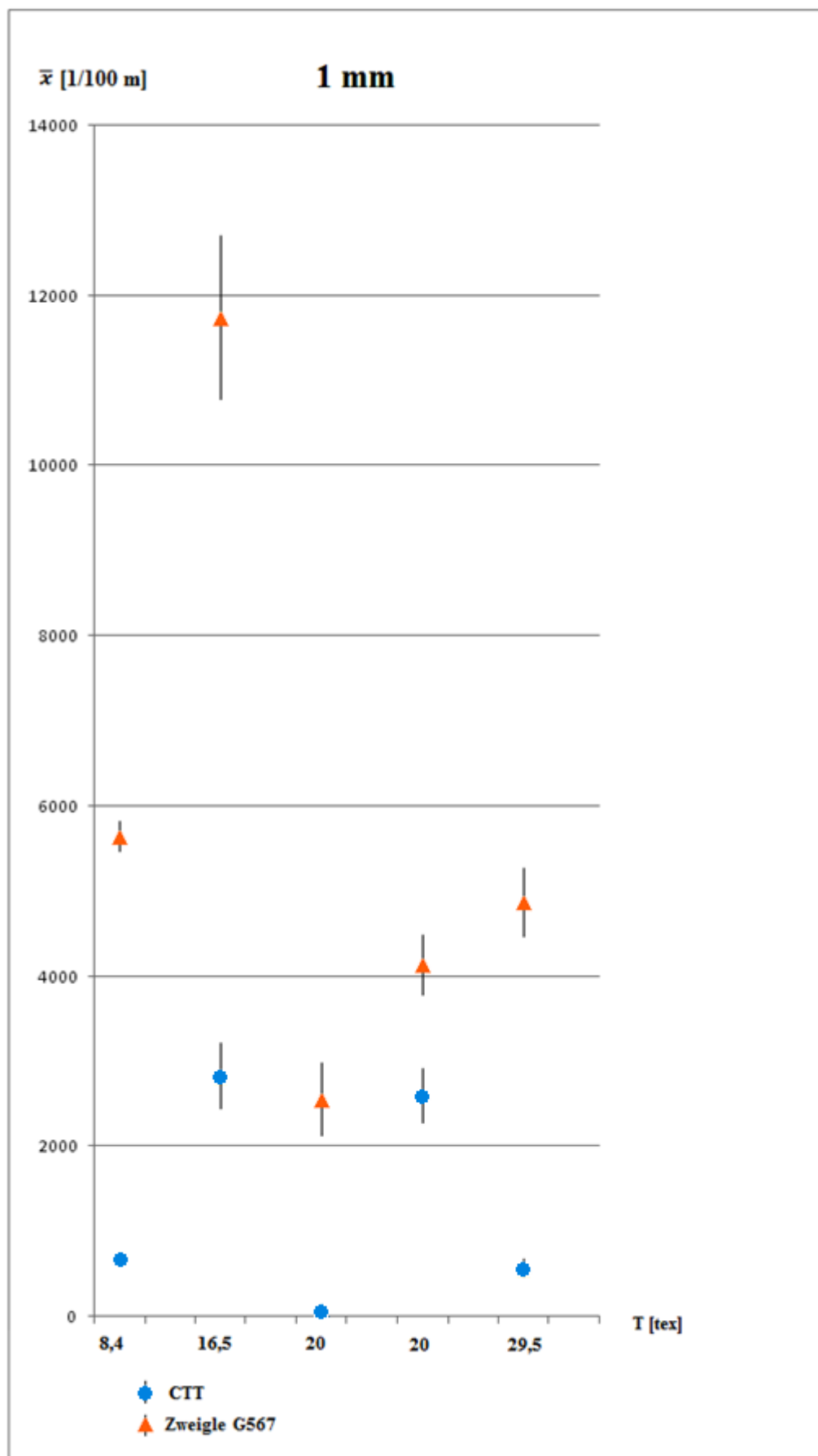
Vypočtená hodnota testového kritéria padne do kritického oboru, zamítá se nulová hypotéza, existence lineární regresní závislosti se považuje za prokázanou.

2.3.3 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_3 = 1 \text{ mm}$

Byl sledován střední počet vyčnívajících vláken o délce 1 mm.

Tab. 2.3.3 Výsledky měření chlupatosti příze, $l_3 = 1 \text{ mm}$

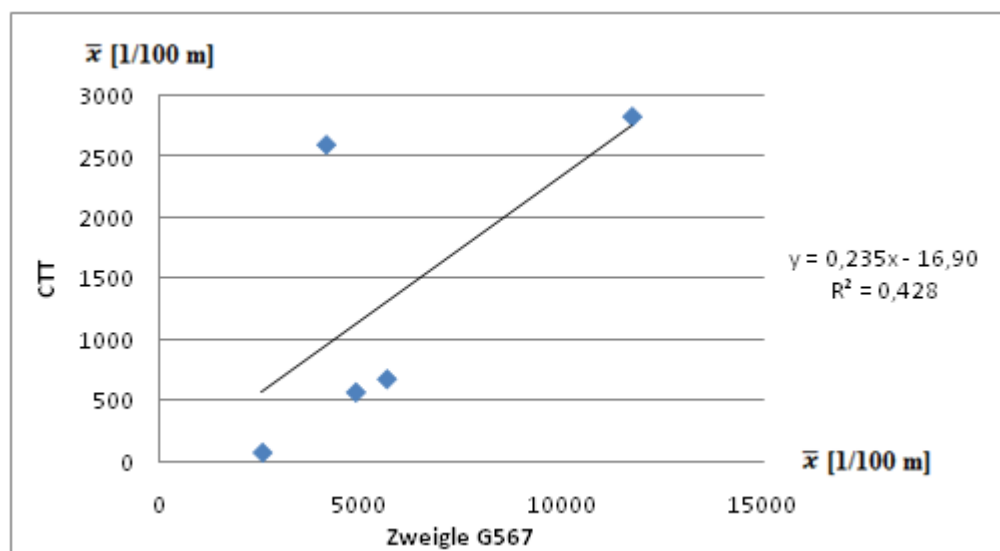
Vzorek		<i>CTT</i>	<i>Zweigle G567</i>
8,4tex	\bar{x} [1/100 m]	676,2	5641,7
	<i>s</i>	82,1	247,75
	95% IS	<617,47; 734,93>	<5464,46; 5818,93>
16,5tex	\bar{x} [1/100 m]	2827,1	11742,2
	<i>s</i>	543,1	1349,2
	95% IS	<2438,6; 3215,6>	<10777; 12707,4>
20tex prst.	\bar{x} [1/100 m]	73,2	2550,3
	<i>s</i>	22,63	601,5
	95% IS	<57,01; 89,39>	<2120,03; 2980,56>
20 tex rotor.	\bar{x} [1/100 m]	2597	4134,2
	<i>s</i>	431,31	488,3
	95% IS	<2288,45; 2905,54>	<3784,9; 4483,5>
29,5tex	\bar{x} [1/100 m]	567,5	4868,2
	<i>s</i>	138,4	570,2
	95% IS	<468,52; 666,48>	<4460,29; 5276,1>



Obr. 2.3.5 IS středních hodnot počtu odstávajících vláken, $l_3 = 1$ mm

U středních hodnot počtu vyčnívajících vláken o délce 1 mm (tab. 2.3.3, obr. 2.3.5) se opět nepřekrývají *IS* středních hodnot počtu vyčnívajících vláken stanovené u aparatury CTT s *IS* středních hodnot počtu vyčnívajících vláken stanovených u Zweigle ani u jednoho vzorku. Rozdíly mezi hodnotami jsou tedy statisticky významné. Největší počet vyčnívajících vláken je přístrojem CTT zaznamenán u vzorku o jemnosti 16,5 tex, nejnižší chlupatost je u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex. Aparaturou Zweigle je nejvyšší chlupatost zaznamenána také u vzorku o jemnosti 16,5 tex, nejnižší chlupatost u vzorku prstencové příze o jemnosti 20 tex.

Výsledky z aparatur Zweigle a CTT se nemůžou považovat za totožné, proto mezi nimi byla hledána vzájemná souvislost (obr. 2.3.6).



Obr. 2.3.6 Výsledky měření chlupatosti na aparaturách CTT a Zweigle, $l_3 = 1$ mm

Mezi hodnotami naměřenými na aparatuře CTT a hodnotami naměřenými na Zweigle byla u proměřených přízí zjištěna regresní závislost (obr.2.3.4), která je popsána rovnicí

$$y = 0,235x - 16,9 \quad (28)$$

s korelačním koeficientem $R_3 = 0,654$.

U nalezené regresní závislosti byla testována významnost regresního koeficientu. Byla vypočítána hodnota testovacího kritéria t_I dle vzorce (22) a hodnota porovnávána s kritickým oborem. Výsledky testu významnosti regresního koeficientu:

$$H_0: \rho_{yx} = 0$$

$$H_1: \rho_{yx} \neq 0$$

$$t_3 = 2,45$$

$$t_{\alpha(n-2)} = 1,859$$

$$t_3 > t_{\alpha(n-2)} \Rightarrow H_0 \text{ se zamítá.}$$

Vypočtená hodnota testového kritéria padne do kritického oboru, zamítá se nulová hypotéza, existence lineární regresní závislosti se považuje za prokázanou.

Při porovnání chlupatosti byly zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi středními hodnotami počtu odstávajících vláken mezi aparaturami CTT a Zweigle u všech vzorků na všech sledovaných délkách odstávajících vláken. Přístrojem CTT byla vždy naměřena nižší chlupatost než aparaturou Zweigle G567.

Mezi hodnotami naměřenými na aparaturách CTT a Zweigle byla hledána vzájemná souvislost u každé sledované délky odstávajících vláken. Testem významnosti korelačního koeficientu byla prokázána lineární regresní závislost mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na Zweigle.

Statisticky významné rozdíly mohou být způsobené tím, že Zweigle G567 je přístroj přímo určený jenom na měření chlupatosti a má citlivější fototranzistory, které snímají příze současně v 9 délkových zónách (devět různých délek odstávajících vláken). CTT je multifunkční přístroj a měří chlupatost kamerou, která má určitý počet pixelů. Nebylo možné změřit a porovnat počet odstávajících vláken delších než 3 mm, protože aparatura CTT přidává délku vyčnívajícího vlákna k průměru příze a maximální průměr příze, který lze měřit na CTT je 6 mm. CTT Lawson-Hemphill a Zweigle G567 stanovují chlupatost obdobnými způsoby, ale aparatura Zweigle umožňuje přesnější měření, protože zaznamenává odstávající vlákna do délky 15 mm, oproti 3 mm na CTT. Dále rozdíly také mohou být způsobeny tím, že nebylo možné proměřit stejný úsek příze na obou aparaturách, a proto proměřovali se různé úseky příze. Na obou přístrojích byly proměřeny stejné délky úseků přízí.

3. Závěr

V této práci byly popsány metody a principy měření vlastností příze na aparatuře Lawson-Hemphill a na aparaturách Uster Tester a Zweigle. Cílem bylo provést měření takových vlastností, které lze měřit jak na aparatuře Lawson-Hemphill tak i na aparaturách Uster Tester a Zweigle při standardních podmínkách měření, a porovnat výsledky experimentů. Bylo provedeno testování objemové nestejnoměrnosti (kolísání průměru příze), vad příze a chlupatosti na pěti souborech vzorků příze s různými jemnostmi a vyrobených různými spřádacími technologiemi.

Porovnání výsledků mezi jednotlivými aparaturami bylo zkomplikováno tím, že zatím nejsou k dispozici standardy výsledků měření na CTT Lawson-Hemphill. Měření na aparaturách Uster Tester a Zweigle se považovala za standardní. Porovnávaly se jak výsledné hodnoty tak i trendy v měřeních.

Objemová nestejnoměrnost neboli kolísání průměru se stanovovala na přístrojích Uster Tester 4 SX a CTT Lawson-Hemphill. Z provedených měření byly spočítány střední hodnoty průměrů v rámci každého přístroje a stanoveny intervaly spolehlivosti středních hodnot. Následně tyto hodnoty resp. rozdíly mezi středními hodnotami průměrů přízí z jednotlivých přístrojů byly porovnány z hlediska statistické významnosti. Mezi hodnotami poskytnutými přístrojem CTT a hodnotami poskytnutými přístrojem UT 4 byla zjištěna lineární závislost. Rovnici popisující tuto lineární závislost lze vzhledem k vysokému korelačnímu koeficientu doporučit k přepočtu středních hodnot průměrů mezi přístroji CTT a UT 4 a vyjádření vzájemné závislosti (rovnice platí jenom pro proměřené v experimentu příze). Při měření průměru příze na přístrojích CTT a UT 4 byly použity režimy měření doporučené výrobcí. Závěry plynoucí z výsledků platí pouze pro hodnoty použité v daném experimentu.

Měření vad příze se také provádělo na přístrojích Uster Tester 4 SX a CTT Lawson-Hemphill. Z provedených měření byly spočítány střední počty silných míst, slabých míst a nopků na určitých kontrolních hranicích přírůstku/poklesu hmoty vláken (UT 4) nebo vizuálního zesílení/zeslabení průměru (CTT) v rámci každého přístroje a stanoveny intervaly spolehlivosti středních hodnot. Následně byly tyto hodnoty resp. rozdíly mezi hodnotami naměřenými na jednotlivých přístrojích porovnány z hlediska statistické významnosti. Mezi hodnotami naměřenými na aparaturách CTT a UT 4 byla hledána vzájemná souvislost u každého typu vady na každé sledované kontrolní hranici.

Existence lineární regresní závislosti byla prokázána pouze na jedné kontrolní hranici. Na ostatních kontrolních hranicích existence vzájemné závislosti mezi hodnotami naměřenými na UT 4 a hodnotami naměřenými na CTT nebyla prokázána. Při měření vad na přístrojích CTT a UT 4 byly použity režimy měření doporučené výrobcí. Vzhledem k tomu, že přístroje mají odlišné metody zaznamenávání vad (CTT měří vady opticky, UT 4 – kapacitně), nelze v rámci těchto dvou přístrojů posoudit přesnost měření na aparatuře CTT.

Měření chlupatosti příze se provádělo na přístrojích CTT Lawson-Hemphill a Zweigle G567. Z provedených měření byly spočítány střední počty odstávajících vláken o určitých délkách v rámci každého přístroje a stanoveny intervaly spolehlivosti středních hodnot. Následně tyto hodnoty resp. rozdíly mezi hodnotami naměřenými na jednotlivých přístrojích byly porovnány z hlediska statistické významnosti. Trendy v počtu odstávajících vláken u jednotlivých aparatur se neodpovídaly. Mezi hodnotami naměřenými na aparaturách CTT a Zweigle byla hledána vzájemná souvislost u každé sledované délky odstávajících vláken. Byla prokázána lineární regresní závislost mezi hodnotami naměřenými na CTT a hodnotami naměřenými na Zweigle v rámci proměřených přízí. Při měření chlupatosti na přístrojích CTT a Zweigle byla proměřována stejná délka úseku příze. Rozdíly výsledků mezi jednotlivými aparaturami mohou být způsobené odlišnými způsoby zaznamenávání výsledků měření. CTT Lawson-Hemphill a Zweigle G567 stanovují chlupatost obdobnými způsoby, ale aparatura Zweigle zaznamenává počet odstávajících vláken do délky 15 mm oproti 3 mm na CTT.

CTT Lawson-Hemphill je multifunkční přístroj, jehož výhoda oproti Uster Tester 4 SX a Zweigle G567 je v tom, že tato aparatura umožňuje měřit souhrn nejen geometrických (průměr, slabá místa, silná místa, nopky, atd.) ale také dynamicko-mechanických vlastností vláken (monofilů), svazků vláken (multifilů) a staplových přízí. Tyto vlastnosti (např. dynamická pevnost, prodloužení) není možné měřit na Uster Tester 4 SX a Zweigle G567.

Seznam použité literatury

- [1] Cihlářová, E.: Hmotová nestejnomyšnost délkových a plošných textilií, TU Liberec, 2002
- [2] ČSN 80 0026: Textilné nite. Názvy a definície chýb
- [3] Feková, X.: Analýza vlastností lněných přízí. Diplomová práce TUL 2005
- [4] Firemní materiály Lawson-Hemphill
- [5] Firemní materiály Zellweger Uster
- [6] Firemní materiály Zweigle
- [7] Friedrich, V.: Statistika pro ekonomy (2. přepracované vydání). Vysoká škola báňská, Ostrava 2006
- [8] Jirásková, P.: Výroba délkových textilií. Skripta TUL 2004
- [9] Kovačič, V.: Zkoušení textilií. Skripta TUL
- [10] Křemenáková, D.: Rozvojový projekt na rok 2009: Komplexní systém pro hodnocení technických přízí
- [11] Křemenáková, D.: Systém projektování textilních struktur. Výzkumná zpráva, TUL 2004
- [12] Litschmannová, M.: Statistika I, cvičení. Vysoká škola báňská, Ostrava
- [13] Moc, L.: Přednášky: Inženýrská statistika. KVM TUL
- [14] Opluštilová, I., Tulisová, M.: Elementární statistické metody a jejich věcný význam. www.regionalka.wz.cz.
- [15] Schulz, J.: Diagnostické grafy v programu STATISTICA. Bakalářská práce, Masarykova univerzita v Brně 2007
- [16] www.lawsonhemphill.com